Chem. gen.

Thomson.

~~Med.~~ 1696. b.
chem:

<36629282280019

<36629282280019

Bayer. Staatsbibliothek

Chem 300-1

R

Thomas Thomſon's M. D.

Lehrer der Chemie zu Edinburgh

Syſtem der Chemie

in vier Bänden.

Nach der zweiten Ausgabe

aus dem Engliſchen überſetzt

von

Friedrich Wolff,

der Weltweisheit Doktor und Profeſſor am Königl. Joachimsthalſchen Gymnaſium zu Berlin.

Erſter Band.

Berlin. 1805.

Bei Heinrich Frölich.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Sr. Königlichen Hoheit

dem Prinzen

August von Preußen.

Durchlauchtigſter Königlicher Prinz,
Gnädigſter Prinz und Herr.

Nicht dem durch ſeine Geburt ausgezeichneten Prinzen, ſondern dem Verehrer und Kenner der Wiſſenſchaften überreiche ich gegenwärtiges Werk. Den Wiſſenſchaften huldigten Ewr. Königl. Hoheit von der früheſten Jugend an, und noch ſind ſie die liebſten Gefährtinnen des reifenden Mannes. Selbſt in dem Augenblicke, da die ernſteren Pflichten des Berufes, die Aufmerkſamkeit Ewr. Königl. Hoheit auf andre Gegenſtände lenkten, begleiteten die Schriften eines Smith, Monteſquieu, Lacroix u. ſ. w. den, dem Rufe zum Ruhme folgenden Krieger. So bewährten Ewr. Königl. Hoheit in jeder Periode Ihres Lebens, daß Höchſtdero ſchönen Seele

ſtets der groſse Gedanke vorſchwebe, daſs, wenn die Beſchäftigungen des Krieges Helden bilden können, Wiſſenſchaften allein, den Helden zum Menſchen veredeln.

Ewr. Königl. Hoheit

unterthänigſter

Friedrich Wolff.

Vorrede des Ueberſetzers.

Ich fühle es, daß ich dieſe Ueberſetzung eines neuen chemiſchen Lehrbuches dem Publicum nicht übergeben kann, ohne zugleich einige Entſchuldigungsgründe über dieſes Unternehmen beizufügen. Die Zahl der Lehrbücher über Chemie, welche theils als Originalwerke Deuſchland angehören, theils durch Ueberſetzungen in Umlauf gebracht worden ſind, iſt ſo groß; die Vorzüge von mehreren ſind ſo entſchieden, daß nicht allein für das Bedürfniß, ſondern ſogar für den Ueberfluß geſorgt zu ſeyn ſcheint. Sprechen demnach nicht überwiegende Vorzüge für ein ſolches Werk, Vorzüge die kein anderes in dieſem Umfange und Grade in ſich

vereinigt, ſo verdient ein ſolches Unternehmen allerdings Rüge.

Was für Thomſon's Werk vortheilhaft ſpricht, iſt die günſtige Aufnahme, welche daſſelbe in ſeinem Vaterlande gefunden hat. In einem Zeitraume von zehn Monaten, war die erſte ſtarke Auflage ganz vergriffen. Ferner erklärt Chenevix in einer Anmerkung zu ſeiner Abhandlung über das Palladium, die Thomſonſche Schrift für das beſte chemiſche Lehrbuch in engliſcher Sprache. Die kritiſchen engliſchen Blätter, unter denen ich vorzüglich das Critical Review nenne, ſprechen ſämmtlich davon, als von einem ausgezeichneten Werke der engliſchen Literatur.

Und gewiß, jeder unbefangene Beurtheiler wird finden, daß an Reichhaltigkeit und Gründlichkeit, gegenwärtiges Werk die meiſten chemiſchen Lehrbücher übertrifft. Was man an demſelben tadeln wird, und was auch ſachverſtändige Beurtheiler unter ſeinen Landsleuten getadelt haben, iſt die Anordnung der Materien. Ich will verſuchen, ob ich in dieſer Rückſicht den Verfaſſer vertheidigen kann.

Vor allen Dingen lege man ſich die Frage zur Beantwortung vor: beſitzen wir bis jetzt wirklich eine

Methode die Chemie zu behandeln, welche eine wiſſenſchaftliche Methode genannt werden kann?

Es giebt zwei Methoden, welche man bei dem Vortrage einer Wiſſenſchaft befolgen kann; die progreſſive und regreſſive. Jene ſchreitet von dem Einfachen zu dem Zuſammengeſetzten fort; dieſe befolgt einen umgekehrten Weg, ſie hebt vom Zuſammengeſetzten an, und endet beim Einfachen.

Die regreſſive Methode, welche auch die analytiſche Methode genannt wird, iſt diejenige, welche vorzüglich der Erfinder bei der Aufſuchung neuer Wahrheiten zu befolgen pflegt, während ſich die progreſſive oder ſynthetiſche mehr zum Vortrage eignet. Doch kann man ſich beider Methoden, bei dem Vortrage bedienen, ja für einige Wiſſenſchaften iſt die analytiſche Methode dem Objekte angemeſſener als die ſynthetiſche.

Welcher von dieſen Methoden wird man beim Vortrage der Chemie den Vorzug geben?

Will man von dem Einfachen anfangen und zu dem Zuſammengeſetzten fortgehen, ſo ſtößt man ſogleich auf die Schwierigkeit, daß die Natur uns die Stoffe nicht im iſolirten Zuſtande, ſondern mit an-

dern verbunden darbietet, und daß das Einfache aus dem Zuſammengeſetzten dargeſtellt werden muß. Hiezu iſt aber chemiſche Kunſt nöthig, und doch ſoll dieſe erſt, durch den Vortrag der Wiſſenſchaft erworben werden.

Das zuletzt Geſagte zeigt zugleich, daß die entgegengeſetzte Methode, welche mit dem Zuſammengeſetzten anhebt und von dieſem zum Einfachen herabſteigt, bei der Chemie ebenfalls nicht anwendbar ſeyn werde.

Unſre chemiſchen Kenntniſſe laſſen ſich aber auch bei ihrem jetzigen Zuſtande, keinesweges zu einem wiſſenſchaftlichen Ganzen verbinden. Wem es um die genaue Beſtimmung bei der Bedeutung der Worte nicht zu thun iſt, der kann freilich ſein Lehrbuch der Chemie ein Syſtem nennen, durch den Namen wird es aber keinesweges zur Sache. Beſäßen wir wirklich ein Syſtem der Chemie, ſo müßten wir a priori, nicht allein das Mannigfaltige, welches in das Gebiet dieſer Wiſſenſchaft gehört, genau beſtimmen, ſondern auch jedem einzelnen Theile unverrückt ſeine Stelle anweiſen können. Wie weit ſind wir aber noch hievon entfernt! Unſre chemiſchen Kenntniſſe ſind weiter nichts

als ein Aggregat, und unſer vorzüglichſtes Beſtreben wird dahin gerichtet ſeyn müſſen, in dieſes Haufwerk, wenn auch keine ſtrengwiſſenſchaftliche — doch ſoviel Ordnung als möglich, zu bringen.

Man hat übrigens beide Methoden bei dem Vortrage der Chemie verſucht. Erxleben, deſſen geordneter Geiſt das Mangelhafte in dem bisherigen Vortrage der Chemie einſah, war der erſte, welcher mehr wiſſenſchaftliche Ordnung in die Zuſammenſtellung der chemiſchen Lehren zu bringen bemühet war. Vergebens ſucht man in den früheren Lehrbüchern der Deutſchen und Ausländer nach einem Princip, nach welchem die verſchiedenen Abſchnitte geordnet wären. Füglich könnte man jedem derſelben eine andre Stelle anweiſen, ohne daß eine Störung der Ordnung bemerkbar würde.

Da Erxleben die Idee der Wiſſenſchaft ſo aufgefaßt hatte, daß ſie ſich damit beſchäftige, die letzten Beſtandtheile der Körper aufzufinden, ſo mußte ihm die analytiſche Methode, welche von dem Zuſammengeſetzten zum Einfachen herabſteigt, als diejenige erſcheinen, welche dem zu behandelnden Objekte am

angemeſſenſten wäre. Eine kurze Darlegung des von ihm befolgten Planes wird dieſes deutlicher machen.

Nach einer Einleitung in die Chemie überhaupt, werden die Mittel zur chemiſchen Unterſuchung der Körper in Erwägung gezogen. Es wird von der Verwandſchaft, von den Reagenzien, den chemiſchen Geräthſchaften und Operationen gehandelt. Die Betrachtung der Eigenſchaften des Kochſalzes, führt den Verfaſſer auf die Betrachtung der weſentlichen Pflanzenſalze, der Gummen, Harze, Extrakte, ausgepreßten Oele, der vegetabiliſchen und thieriſchen Milch, der abgezogenen Waſſer und des Kamphers. Hierauf folgen die gewaltſamen Zerlegungen thieriſcher und vegetabiliſcher Körper durch einen höheren Grad von Hitze, die trockenen Deſtillationen und die dadurch gebildeten Produkte; bei dieſer Gelegenheit wird von den feuerbeſtändigen Alkalien, vom Glaſe, Kalke, von der fixen Luft, den Seifen und dem Harnphosphor geredet. Die nächſten Abſchnitte enthalten die von ſelbſt erfolgenden Zerſetzungen organiſcher Körper (Gährung und Fäulniß) und die dadurch hervorgebrachten Produkte; dann folgen die mineraliſchen Säuren; ihre Verbindungen mit den ſalzfähigen Grundlagen. An

dieſe Unterſuchungen werden die vom Schwefel geknüpft: hierauf wird von den Metallen gehandelt und den Schluß macht die Betrachtung der einfachen Stoffe, oder ſogenannten Elemente.

Man überzeugte ſich aber bald, von den großen Schwierigkeiten, welche von dieſer Methode unzertrennlich waren. Es wurde demnach mit mehr oder weniger Glück die progreſſive oder ſynthetiſche Methode bei dem Vortrage der Chemie verſucht. Man nehme aber ſelbſt die vorzüglichſten Lehrbücher; prüfe die befolgte Ordnung nach wiſſenſchaftlichen Principien, und man wird ſich bald überzeugen, welche beträchtliche Verſtoße gegen die Methode gemacht worden ſind. Alle glauben, jeder Forderung, welche in dieſer Rückſicht an ſie gemacht werden könnte, Genüge geleiſtet zu haben, wenn ſie ſoviel wie möglich darauf bedacht wären, nichts vorauszuſetzen, ſondern ſo gut es ſich thun ließe, vom Bekannten zum Unbekannten fortzugehen.

Dieſe vorläufige Betrachtungen, werden dazu dienen, zu zeigen, daß die Beobachtung einer ſtrengwiſſenſchaftlichen Methode beim Vortrage der Chemie keinesweges ein leichtes Geſchäft ſey: daß ſie noch

keinem glückte, aber auch nicht glücken konnte, weil es in dem gegenwärtigen Zuſtande unſrer chemiſchen Kenntniſſe ſelbſt liegt, daß ſie keine wiſſenſchaftliche Behandlung zulaſſen. Es wird uns aber auch ſchonend in der Beurtheilung der Bemühungen andrer machen, und wir werden dankbar jedes Beſtreben anerkennen müſſen, das dahin gerichtet iſt, dem Vortrage der Chemie mehr Vollkommenheit zu ertheilen.

Durch die Anordnung der Materien, welche Thomſon befolgt hat, ſuchte er ſich mehr als ſeine Vorgänger einer ſtrengwiſſenſchaftlichen Anordnung der Materien zu nähern, und es liegt derſelben ein ſehr durchdachter Plan zum Grunde. Der Anſtoß, den viele dabei finden, rührt nicht von dem Fehlerhaften, ſondern von dem Ungewohnten her. Da überdieß auch bei ihm nichts vorausgeſetzt wird, ſo wird, wofern es mir gelingt zu zeigen, daß ſeine Methode fehlerfreier (denn ganz fehlerfrei iſt ſie keinesweges) ſey, als die ſeiner Vorgänger, dieſes ſeinem Buche keinesweges Tadel zuziehen, ſondern demſelben vielmehr zu einem neuen Vorzuge gereichen.

Sein Werk zerfällt in zwei Haupttheile: I. In die reine Chemie. II. In die chemiſche

Unterſuchung der Natur. Der erſte Theil fängt mit der Betrachtung der einfachen Stoffe an. Dieſe werden in ſperrbare und nicht ſperrbare eingetheilt. Die ſperrbaren zerfallen in vier Hauptabſchnitte. Zuerſt wird vom Sauerſtoffe gehandelt, und in dieſem Abſchnitte, der Begriff der chemiſchen Verwandſchaft im allgemeinen entwickelt: dann folgen die einfachen brennbaren Stoffe, als: Schwefel, Phosphor, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff. Noch würden in dieſen Abſchnitt die Metalle aufgenommen werden müſſen, da ſie ſich aber in ihren Eigenſchaften, ſo ſehr von dieſen vier Körpern unterſcheiden, ſo wurde der Verfaſſer veranlaßt, ſie von denſelben zu trennen und ihnen einen eignen Abſchnitt anzuweiſen. Die nicht verbrennlichen Stoffe werden zunächſt betrachtet. Zuerſt wird vom Stickſtoff, dann von der Salzſäure gehandelt. Billig würde man hier, die nähere Auseinanderſetzung der Eigenſchaften der Erden und Alkalien erwarten, da aber der Verfaſſer, der Analogie nach, vermuthet, daß ſie zuſammengeſetzt ſind, ſo hat er denſelben unter den zuſammengeſetzten Körpern ihre Stelle angewieſen. Zuletzt folgen die Metalle. Bei jedem einzelnen wer-

den die phyſiſchen Eigenſchaften, und die Verbindungen mit dem Sauerſtoffe angegeben. Von den nicht ſperrbaren Stoffen zieht der Verfaſſer nur zwei in Erwägung, das Licht und den Wärmeſtoff. Der Elektricität will er eine eigne Schrift widmen; der Einfluß der magnetiſchen Kraft auf die chemiſchen Erſcheinungen iſt aber bis jetzt zu wenig gekannt, als daß man von einer Erörterung der Eigenſchaften derſelben, in einem chemiſchen Lehrbuche Nutzen erwarten könnte: beide werden daher in gegenwärtigem Werke mit Stillſchweigen übergangen.

Die zuſammengeſetzten Körper bilden zwei Ordnungen. Die zuſammengeſetzten Körper der erſten Ordnung ſind diejenigen, welche aus zwei oder mehreren einfachen Subſtanzen beſtehen; die der zweiten Ordnung ſind das Reſultat der Verbindung mehrerer ſchon zuſammengeſetzter Subſtanzen.

Die zuſammengeſetzten Körper der erſten Ordnung zerfallen in folgende fünf Klaſſen: Alkalien, Erden, Oxyden, Säuren, zuſammengeſetzte brennbare Stoffe. Zuerſt wird von den feuerbeſtändigen Alkalien, dann von dem Ammonium, hierauf von den

alkaliſchen Erden, dann von der Bittererde, und nach dieſer von den übrigen Erden gehandelt. Die Oxyden werden eingetheilt, in ſolche, welche die Eigenſchaften einer Säure beſitzen, und in ſolche, bei denen dieſes der Fall nicht iſt. Von letzteren wird zuerſt geredet. Der Verfaſſer handelt von den Oxyden des Kohlenſtoffes, vom Waſſer, und den Oxyden des Stickſtoffes. Hierauf folgen die Säuren. Dieſe werden unter drei Unterabtheilungen gebracht. Sie werden eingetheilt in Säuren, welche wie die Schwefelſäure, ſchweflichte Säure, Phosphorſäure, phosphorichte Säure, Kohlenſäure, Flußſäure? Boraxſäure? Produkte des Verbrennens ſind. In Säuren, welche das Verbrennen unterhalten, wie die Salpeterſäure, ſalpetrichte Säure, Salzſäure, oxydirte Salzſäure, Arſenikſäure, Schwefelſäure, Molybdänſäure, Chromſäure, Columbſäure. Zuletzt folgen die verbrennlichen Säuren: die Eſſigſäure, Benzoeſäure, Bernſteinſäure, Kampherſäure, Kleeſäure, Honigſteinſäure, Weinſteinſäure, Zitronenſäure, Fettſäure, Milchzuckerſäure, Lackſäure, Aepfelſäure, Milchſäure, Korkſäure, Gallusſäure und Blauſäure. Die zuſammengeſetzten brennbaren Stoffe, welche auf die Säu-

ren folgen, ſind die fetten Oele, die flüchtigen Oele, der Alkohol, Aether und Gerbeſtoff.

Die Zuſammenſetzungen der zweiten Ordnung folgen nunmehr. Der Verfaſſer handelt in mehreren Abſchnitten, von den Verbindungen, welche die Erden unter ſich eingehen, vom Glaſe, den Salzen. Letztere theilt er in zwei Klaſſen: in Salze, welche eine Erde oder ein Alkali, und in Salze, welche ein Metall zur Baſis haben. Bei der erſteren Klaſſe beſtimmt die Säure, bei der letzteren die Baſis, die Gattung; indem bei jenen von der Säure, bei dieſen von der Baſis, der eigentliche Gattungskarakter abhängt. Nach den Salzen werden die Verbindungen abgehandelt, welche der ſchwefelhaltige Waſſerſtoff mit den Alkalien, Erden und Metallen eingehet. Dann folgen die alkaliſchen, erdigten und metalliſchen Seifen. Den Schluß des erſten Haupttheiles machen Unterſuchungen über die chemiſchen Grundkräfte. Der Verfaſſer unterſucht die Natur der Verwandſchaft im Allgemeinen; dann die Verwandſchaft, welche homogene Körper gegen einander ausüben; er handelt bei dieſer Gelegenheit umſtändlich von der Cohäſion und Kryſtalliſation. Hierauf folgen die Unterſuchungen über die Ver=

Verwandſchaft unter heterogenen Körpern und zuletzt Unterſuchungen über die Repulſion.

Der zweite Haupttheil dieſes Werkes, welcher die chemiſche Unterſuchung der Natur enthält, fängt mit der chemiſchen Betrachtung der Atmosphäre an. Zuerſt wird von den Beſtandtheilen derſelben gehandelt; dann von der Meteorologie. Der Verfaſſer ſucht aus chemiſchen Gründen die verſchiedenen Veränderungen, welche im Gewicht und der Temperatur der Atmosphäre ſtatt finden, zu erklären; alsdann handelt er vom Verdunſten, dem Regen, Winde und der atmosphäriſchen Elektricität. Das folgende Buch handelt vom Waſſer. In mehreren Abſchnitten wird vom gemeinen Waſſer, vom Seewaſſer und den Mineralwaſſern geredet. Hierauf wird eine Ueberſicht der verſchiedenen Beſtandtheile, welche in letzteren vorkommen, gegeben, und es werden die Methoden entwickelt, durch welche man dieſelben entdecken und ihre verhältnißmäßige Menge beſtimmen könne.

Eine ſehr ausführliche Beſchreibung, ſowohl der einfachen, als zuſammengeſetzten Foſſilien, nebſt einer Anweiſung dieſelben zu analyſiren und aus den Erzen die Metalle rein darzuſtellen, folgt auf die Unterſu-

chung des Waſſers: hierauf geht der Verfaſſer zur Untersuchung der organiſchen Natur über. Zuerſt betrachtet er die Beſtandtheile, aus welchen die vegetabiliſchen Körper beſtehen; ſucht unſre chemiſchen Kenntniſſe zur Erklärung des Proceſſes der Vegetation zu benutzen, und erwägt zuletzt die Veränderungen, welche die Pflanze erleidet, wenn ſie aufgehört hat zu vegetiren. Dieſelbe Ordnung, welche bei der Behandlung der Pflanzenkörper befolgt wurde, findet bei der Betrachtung der thieriſchen Körper ſtatt, nur mit dem Unterſchiede, daß, nachdem von den verſchiedenen Beſtandtheilen, aus welchen die thieriſchen Körper zuſammengeſetzt ſind, gehandelt worden iſt; dann noch die verſchiedenen Theile, aus welchen der thieriſche Körper beſtehet, in Erwägung gezogen werden.

Unverkennbar liegt dieſem Plane das Beſtreben zum Grunde, vom Einfachen zum Zuſammengeſetzten fortzugehen.

Noch immer ſind für unſre chemiſchen Kenntniſſe, die Metalle unzerlegbar, mithin gehören ſie zu den chemiſch-einfachen Stoffen, und denſelben gebührt die Stelle, welche Thomſon ihnen angewieſen hat, allerdings. Man wird aber fragen können, warum

wurden die Erden und feuerbeſtändigen Alkalien, die für uns bis jetzt eben ſo unzerlegbar, als die Metalle ſind, unter die zuſammengeſetzten Körper gebracht? daraus, daß das Ammonium zerlegbar iſt, entſtehet doch nur eine äußerſt ſchwache Präſumtion für die Zuſammenſetzung und Zerlegbarkeit der übrigen Alkalien und Erden. Iſt die Flußſäure unſern bisherigen Kenntniſſen zufolge nicht eben ſowohl unzerlegbar, als die Salzſäure? wie kommt ſie unter die Säuren, welche Produkte des Verbrennens ſind? Wollte Thomſon ſeinen Grundſätzen getreu bleiben, mußte er nicht die Salze, welche die Salzſäure mit den Metallen bildet, unter die Zuſammenſetzungen der erſten Ordnung bringen? u. ſ. w.

Auf dieſe Fragen, würde Thomſon nur antworten können, — und er giebt wirklich dieſe Antwort an einigen Orten — daß bei einer andern, als der von ihm beliebten Anordnung, die Analogie zu ſehr leiden würde; man würde Subſtanzen von einander trennen müſſen, welche in ſo manchen Eigenſchaften mit einander übereinkommen. Opfert man aber der Analogie in einigen Fällen die Methode auf, warum nicht in mehreren oder in allen?

So käme man dann freilich auf das Reſultat, daß Thomſon ſich eben ſo wenig, wie ſeine Vorgänger, gegen die Einwürfe, welche ſich gegen die von ihm befolgte Methode machen laſſen, werde vertheidigen können: allein man wird doch dieſes einräumen müſſen, daß er ſich einer ſtrengwiſſenſchaften Anordnung mehr genähert habe, als andre, die mit ihm nach demſelben Ziele ſtrebten — und auch dieſes iſt, bei der Schwierigkeit des Gegenſtandes, kein geringes Verdienſt.

F. Wolff.

Vorrede
des Verfaſſers.

Selbſt der oberflächlichſte Beobachter muß die allgemeine Aufmerkſamkeit bemerken, welche jetzt auf die chemiſchen Wiſſenſchaften in England gewendet wird, der Verkauf einer beträchtlichen Auflage eines ſo weitläuftigen Werkes, wie das gegenwärtige, in weniger als zehn Monaten nach ihrer Erſcheinung, iſt ein redender Beweis, daß die Liebhaber dieſer Wiſſenſchaft zahlreich ſind, und noch täglich an Menge zunehmen. Es giebt aber auch wohl ſchwerlich eine Wiſſenſchaft, die einen ſo großen Reiz beſitzt, als dieſe, und einen ſo wohlthätigen Einfluß auf Künſte und Gewerbe verbreitet: ſo daß es hinreichend iſt, ſie zu kennen, und ihr eine günſtige Aufnahme zu verſchaffen, und zu der Erweiterung derſelben zu ermuntern. Sieht man auf die große Anzahl ausgezeichneter Chemiſten, welche jetzt in

England leben, ſo kann man ſich den ſchmeichelhafteſten Hoffnungen überlaſſen, daß dieſelbe ferner im Fortſchreiten beharren werde. Vor einigen Jahren wurde in einer gelehrten Zeitſchrift, die auf dem feſten Lande erſchien, die Behauptung aufgeſtellt, und ein Chemiſt von Auſehn unterſtützte dieſelbe durch ſeinen Namen: daß England kaum einen einzigen wiſſenſchaftlichen Chemiſten beſitze. Dieſe Bemerkung befindet ſich in einer Nachricht von Verſuchen über einen Gegenſtand von Wichtigkeit In demſelben werden manche merkwürdige Thatſachen und Bemerkungen als neu aufgeſtellt; ungeachtet ſie alle ſchon drei Jahr früher von Dr. Wollaſton gemacht worden waren. Die Verſuche des brittiſchen Chemiſten müſſen dem Naturforſcher des feſten Landes gänzlich unbekannt geblieben ſeyn, da er in Rückſicht ihrer das tiefſte Stillſchweigen beobachtet, obgleich ſie in den philoſophiſchen Transaktionen, der berühmteſten Schrift England's, ja vielleicht Europa's, bekannt gemacht wurden.

Jetzt giebt es ſchwerlich einen Menſchen, ſo eingenommen er auch für den Kreis, oder das Land, in welchem er lebt, ſeyn mag, der ſich eine ſo lächerliche Behauptung würde zu Schulden kommen laſſen. Noch können wir die Namen mehrerer Naturforſcher nennen,

die dem Lande Ehre machen, welches Newton und Bako, die Schöpfer der philoſophiſchen Naturwiſſenſchaft, hervorgebracht hat; Männer, die mit Anſtrengung und glücklichem Erfolge die Wiſſenſchaft anbauen, und welche ſie bereits mit den wichtigſten Entdeckungen bereichert haben. Es iſt keinesweges die Abſicht des Verfaſſers, die berühmten Naturforſcher des feſten Landes herabzuſetzen; die Chemie verdankt ſehr vieles ihrem Scharfſinne, und bedarf noch ihres ſie pflegenden Genius. In der That, die Gegenſtände, mit denen ſich die Chemie beſchäftigt, ſind ſo wichtig, ſo ſchwürig, ſo ausgebreitet, daß ſie nur durch die vereinten Bemühungen aller Völker, ſchnell und mit Erfolge dem Ziele der Vollkommenheit entgegen geführt werden kann.

Der Zweck, welchen ſich der Verfaſſer bei Abfaſſung dieſes Werkes vorſetzte, war, ſo ſehr wie möglich die Fortſchritte der Chemie dadurch zu befördern, daß er in ein Ganzes die zahlreichen Thatſachen, welche in ſehr vielen Schriften zerſtreut lagen, zuſammenfaßte; ſie mit der Geſchichte ihrer ſtufenweiſen Entwickelung durchwebte; und genaue Nachweiſungen der Originalſchriften, in welchen dieſe Entdeckungen enthalten ſind, beifügte. Die Begierde mit welcher dieſes Werk aufgenommen wurde; der dem Verfaſſer ſowohl öffentlich, als

ins Geheim zugeſicherte Beifall einiger unſerer ausgezeichneteſten Chemiſten, ſind ſchmeichelhafte Beweiſe, daß es nicht für unnütz gehalten wurde. Man verlangte vor einigen Monaten eine neue Ausgabe, allein der Verfaſſer hielt es für ſeine Pflicht, ſie nicht eher vor dem Publikum erſcheinen zu laſſen, bis er ſie der Aufnahme deſſelben ſo würdig, als möglich gemacht hatte. Die Vergleichung der gegenwärtigen Ausgabe mit der vorhergehenden wird den Leſer überzeugen, welche weſentliche Veränderungen ſie erhalten hat. Faſt zwei Drittheile des Ganzen ſind auf's Neue ausgearbeitet worden; eine beträchtliche Anzahl von Zuſätzen iſt hinzugekommen, von denen viele ganz neu ſind, und entweder von dem Verfaſſer ſelbſt herrühren, oder ihm von den berühmteſten Chemiſten dieſes Landes mitgetheilt worden ſind. Jede in die Chemie einſchlagende Schrift, welche der Verfaſſer erhalten konnte, iſt benutzt worden; und er hat keine Mühe geſpart, um dieſes Werk zu einem ſo vollſtändigen Gemählde von dem gegenwärtigen Zuſtande der Chemie, als nur möglich zu erheben. Allein aller angewandten Sorgfalt ungeachtet, ſchmeichelt er ſich keineswegs, alle Mängel vermieden zu haben. Irrthümer und Auslaſſungen, das Reſultat der Unwiſſenheit und Unaufmerkſamkeit, werden noch immer die

Nachſicht des Leſers heiſchen. Er glaubt aber doch, ohne unbeſcheiden zu ſeyn, behaupten zu können, daß die gegenwärtige Ausgabe eine weit vollſtändigere Sammlung von Thatſachen, und in einem engeren Raume enthält, als irgend ein Werk ähnlicher Art, welches der Verfaſſer zu unterſuchen Gelegenheit hatte.

Es würde unſchicklich ſeyn, die zahlreichen Bemerkungen, welche über die erſte Ausgabe, theils dem Verfaſſer mitgetheilt, theils in öffentlichen Blättern gemacht worden ſind, mit Stillſchweigen zu übergehen. Ihnen verdankt gegenwärtige Ausgabe vorzüglich ihre größere Genauigkeit. Mehrere hundert Fehler, vorzüglich in den Zahlen, ſind angegeben und verbeſſert worden, die wahrſcheinlich dem mit ihnen vertrauten Auge des Verfaſſers entgangen wären. Die Bemerkungen über den Plan, Anordnung und Ausführung dieſes Werkes, ſind mit der größten Unpartheilichkeit und Sorgfalt unterſucht; die angegebenen wirklichen Verbeſſerungen aufgenommen, diejenigen hingegen, die unanwendbar, oder ungerecht waren, beſeitigt worden. Ueber Bemerkungen der letzteren Art hatte der Verfaſſer nur wenig Urſache ſich zu beklagen; indem die meiſten ſeiner Beurtheiler ihn mit ſchonender Nachſicht behandelt ha-

ben. Nur ein einziges Beiſpiel von einer nicht durch Wahrheitsliebe geleiteten Strenge iſt ihm vorgekommen.

Ungeachtet der Einwürfe, die gegen die Maſſe von Kenntniſſen, welche in dieſes Werk aufgenommen worden, gemacht worden ſind, fand ſich der Verfaſſer dennoch nach reiflicher Ueberlegung veranlaßt, der erſten Anordnung, ohne weſentliche Veränderungen, getreu zu bleiben. Es iſt in der That nur ſelten der Fall, daß die voreilige Meinung anderer, über den Inhalt eines wiſſenſchaftlichen Werkes denſelben Rang, wie die des Verfaſſers einnehmen könne. Will man dieß mit Erfolg beurtheilen, ſo muß man denſelben Ideengang einſchlagen; dieſelbe Maſſe von Kenntniſſen beſitzen, und mit eben der Beharrlichkeit über den Gegenſtand nachgedacht haben, wie der Verfaſſer. Die beiden erſten Erforderniſſe können leicht angetroffen werden; allein die Eitelkeit und Ungeduld des Kritikers wird ihm ſchwerlich erlauben, ſich das dritte zu eigen zu machen. Alle kritiſche Bemerkungen über den Inhalt des gegenwärtigen Werkes laſſen ſich auf folgende zwei zurückführen: 1) Daß es zu viel; 2) daß es zu wenig enthalte. Dieſe zwei entgegengeſetzten Behauptungen, von welchen die eine die andere aufhebt, gereichten dem Verfaſſer zu nicht geringer Beruhigung, indem ſie in ihm die Ueber-

zeugung bewirkten, daß er ſich aller Wahrſcheinlichkeit nach nicht ſehr von der glücklichen Mittelſtraße entfernt habe, die jeder Verfaſſer eines Syſtems dieſer Art betreten muß.

Die Anordnung der in einer Schrift enthaltenen Wahrheiten iſt noch mehr dem Tadel ausgeſetzt, als die Menge der in ihr enthaltenen Thatſachen. Jedermann glaubt, daß er die zu dieſer Beurtheilung nöthigen Kenntniſſe beſitze; und blickt mit Mißfallen und Vorurtheil auf jede geringfügige Abweichung von der Ordnung, an welche er gewöhnt iſt. Wenige erwägen, daß die Kunſt, die Thatſachen zuſammenzuſtellen, zu den ſchwierigſten Geſchäften des Philoſophen gehöre; daß hierzu ein umfaſſender Geiſt, eine klare Urtheilskraft, und ein ausdauernder Fleiß erfordert werden, — Eigenſchaften, welche ſich nur ſelten in demſelben menſchlichen Weſen zuſammen finden. Wenige bedenken, daß kein Menſch, wenn er auch die nöthigen Eigenſchaften des Geiſtes beſitzt, ein richtiges Urtheil über die Anordnung eines Werkes fällen könne, wofern er nicht durchgängig mit allen klaſſificirten Gegenſtänden bekannt iſt, ihren wechſelſeitigen Einfluß unterſucht, und reiflich über die Art nachgedacht hat, wie er ſeine Kenntniſſe anderen mittheilen könne. Auch kann man ſich auf ſeine Meinung

nur dann verlaſſen, wenn man den Unterſchied, welchen Verſchiedenheit der Lage und Umſtände hervorbringen, zu überſehen im Stande iſt, und kein Lieblingskind hat, welches man mit blinder Vaterliebe wartet und vorzieht. Der Leſer erinnere ſich der Einwürfe, die gegen Linné gemacht worden ſind, und er wird mit Erröthen die Richtigkeit dieſer Bemerkungen eingeſtehen müſſen.

Die Anordnung, welche in dieſem Werke befolgt worden iſt, weicht allerdings von der in anderen ähnlichen Schriften ab. In Rückſicht dieſes Einwurfes, den man ſo ſehr geltend zu machen geſucht hat, erkennt ſich der Verfaſſer für ſchuldig. Sie wurde aber nicht ohne reifliche Ueberlegung, und ohne ſorgfältige Prüfung jeder anderen, welche zur Kenntniß des Verfaſſers kam, angenommen. Der Verfaſſer, der ſiebenmal die Chemie öffentlich zu lehren Veranlaſſung hatte, unterwarf dieſe Anordnung bei jedem Lehrkurſus einer neuen Unterſuchung, und verbeſſerte ſie nach und nach, bis ſie die gegenwärtige Geſtalt erhielt. Beſitzt dieſes Werk einige Vorzüge vor anderen, iſt es deutlicher oder vollſtändiger, ſo rühren dieſe Vorzüge nur allein von der befolgten Anordnung her. Sie iſt von jeder Hypotheſe unabhängig, ſofern es bei dem jetzigen Zuſtande

der Wiſſenſchaften nur irgend möglich war. Die allgemeinen Sätze wurden von einzelnen Thatſachen abgeleitet; das Zuſammengeſetzte in ſeine einfacheren Theile aufgelöſt. Es werden keine vorläufigen Kenntniſſe des Gegenſtandes vorausgeſetzt; diejenigen Theile der Wiſſenſchaft werden zuerſt abgehandelt, welche mit dem glücklichſten Erfolge unterſucht worden ſind, und die demnach eine deutlichere und einfachere Auseinanderſetzung zulaſſen. Dieſes erleichtert dem Anfänger das Erlernen der Wiſſenſchaft, ebnet und entfernt manche Schwierigkeiten, und ſetzt den Verfaſſer in den Stand, eine mehr unterhaltende und zuſammenhängende Ueberſicht ſeines Gegenſtandes zu liefern, als es unter anderen Umſtänden möglich geweſen ſeyn würde. Dieſe Gründe allein würden hinreichen, der von ihm gewählten Anordnung vor jeder anderen den Vorzug zu geben, allein noch andere von größerem Gewichte, werden ſich ohne Zweifel dem praktiſchen Chemiſten darbieten. Der Verfaſſer hat das Vergnügen hinzuzuſetzen, daß er mehreren ſeiner Freunde, in deren Urtheilskraft und Kenntniſſe er das größte Zutrauen glaubt ſetzen zu können, ſeinen Plan vorgelegt, und daß derſelbe ihre Billigung erhalten hat.

Es war anfänglich die Abſicht des Verfaſſers, am

Schluſſe des vierten Bandes einige Bemerkungen über die chemiſche Nomenklatur mitzutheilen, allein da dieſer Band ohne dieß ſtärker, als die übrigen ausfiel, ſo mußte es unterbleiben. Durch dieſes Hinweglaſſen hat übrigens der Leſer nicht viel verloren. In den meiſten Fällen ſtimmt der Verfaſſer mit Chenevix überein, deſſen ſchätzbare Bemerkungen über die chemiſche Nomenklatur, jedem Freunde der Chemie die größte Befriedigung gewähren werden. Seine Verbeſſerungen ſind größtentheils in dieſem Werke angenommen worden. Die Gründe, warum in wenigen Fällen ſich der Verfaſſer eine Abweichung davon erlaubt hat, werden ſich bei einigem Nachdenken von ſelbſt ergeben; und ſollte dieſes nicht der Fall ſeyn, ſo iſt der Unterſchied zu unbedeutend, als daß er viele Aufmerkſamkeit verdiente.

Inhalt
des erſten Bandes.

Erſter Theil. Grundſätze der Chemie. Seite 16
Erſtes Buch. Einfache Subſtanzen 17
Erſte Abtheilung. Sperrbare Stoffe 18
Erſtes Kapitel. Vom Sauerſtoffe . . . 18
Zweites Kapitel. Von den einfachen, verbrennlichen Stoffen 30
Erſter Abſchnitt. Vom Schwefel 31
Zweiter Abſchnitt. Vom Phosphor . . . 41
Dritter Abſchnitt. Vom Kohlenſtoffe oder Diamanten 53
Vierter Abſchnitt. Vom Waſſerſtoffe . . . 66
Drittes Kapitel. Von den einfachen, unverbrennlichen Stoffen 87
Erſter Abſchnitt. Vom Stickſtoffe 88
Zweiter Abſchnitt. Von der Salzſäure . . . 99
Viertes Kapitel. Von den Metallen . . 108
Erſter Abſchnitt. Von dem Golde . . . 123
Zweiter Abſchnitt. Vom Platin 130
Dritter Abſchnitt. Vom Silber 137
Vierter Abſchnitt. Vom Queckſilber . . . 143
Anhang. Vom Palladium 160

	Seite.
Fünfter Abſchnitt. Vom Kupfer	167
Sechſter Abſchnitt. Vom Eiſen	178
Siebenter Abſchnitt. Vom Zinn	209
Achter Abſchnitt. Vom Blei	221
Neunter Abſchnitt. Vom Nickel	235
Zehnter Abſchnitt. Vom Zink	241
Elfter Abſchnitt. Vom Wismuth	255
Zwölfter Abſchnitt. Vom Antimonium . .	263
Dreizehnter Abſchnitt. Vom Tellurium . . .	276
Vierzehnter Abſchnitt. Vom Arſenik . . .	279
Funfzehnter Abſchnitt. Vom Kobalt . . .	294
Sechszehnter Abſchnitt. Vom Magneſium . .	303
Siebzehnter Abſchnitt. Vom Scheelium . .	312
Achtzehnter Abſchnitt. Vom Molybdän . .	318
Neunzehnter Abſchnitt. Vom Uranium . . .	323
Zwanzigſter Abſchnitt. Vom Titanium . .	326
Ein und zwanzigſter Abſchnitt. Vom Chromium .	330
Zwei und zwanzigſter Abſchnitt. Vom Columbium	334
Drei und zwanzigſter Abſchnitt. Vom Tantalium	336
Zuſatz. Vom Cerium	337
Vier und zwanzigſter Abſchnitt. Allgemeine Bemerkungen	363

Zweite Abtheilung. Von den nichtſperrbaren Stoffen	370
Erſtes Kapitel. Vom Lichte	371
Zweites Kapitel. Von dem Wärmeſtoff . .	395
Erſter Abſchnitt. Natur des Wärmeſtoffes . .	396
Zweiter Abſchnitt. Bewegung des Wärmeſtoffes .	509
Dritter Abſchnitt. Gleichförmige Vertheilung der Temperatur	434
Vierter Abſchnitt. Wirkungen des Wärmeſtoffs . .	443
1. Veränderungen des Volumens	443
2. Veränderungen des Zuſtandes . . .	467

	Seite.
3. Veränderungen in der Zuſammenſetzung .	495
Fünfter Abſchnitt. Menge des Wärmeſtoffes .	497
1. Specifiſcher Wärmeſtoff	498
2. Abſolute Menge des Wärmeſtoffes . .	518
3. Kälte	529
Sechſter Abſchnitt. Quellen des Wärmeſtoffes .	537
1. Die Sonne	538
2. Das Verbrennen	544
3. Der Stoß	567
4. Das Reiben	573
5. Die Miſchung	582
Drittes Kapitel. Von den einfachen Stoffen im Allgemeinen	585
Zweites Buch. Von den zuſammengeſetzten Körpern .	594
Erſte Abtheilnng. Von den Zuſammenſetzungen der erſten Ordnnng	595
Erſtes Kapitel. Von den Alkalien . . .	597
Erſter Abſchnitt. Vom Kali	598
Zweiter Abſchnitt. Vom Natrum . . .	610
Dritter Abſchnitt. Vom Ammonium . . .	613
Zweites Kapitel. Von den Erden . . .	627
Erſter Abſchnitt. Von der Baryterde . . .	629
Zweiter Abſchnitt. Von der Strontianerde . .	637
Dritter Abſchnitt. Von der Kalkerde . . .	643
Vierter Abſchnitt. Von der Bittererde . .	656
Fünfter Abſchnitt. Von der Alaunerde . .	662
Sechſter Abſchnitt. Von der Yttererde . .	672
Siebenter Abſchnitt. Von der Glücinerde . .	675
Achter Abſchnitt. Von der Zirkonerde . . .	677
Neunter Abſchnitt. Von der Kieſelerde . .	681
Zehnter Abſchnitt. Bemerkungen über die Alkalien und Erden	691

	Seite.
Drittes Kapitel. Von den Oxyden	698
Erſter Abſchnitt. Von den Oxyden des Kohlenſtoffes	701
1. Kohle	701
2. Kohlenoxyde.	705
Zweiter Abſchnitt	720
Dritter Abſchnitt. Von den Oxyden des Stickſtoffes	744
1. Vom oxydirten Stickgaſe.	744
2. Vom Salpetergaſe	753

Einleitung.

Studium der Natur. So wie der Menſch ſeinen Verſtand zu gebrauchen anfängt; ſo ziehen die mannigfaltigen Gegenſtände, welche ihn von allen Seiten umgeben, ſeine Aufmerkſamkeit auf ſich. Ihre Zahl, Mannigfaltigkeit und Schönheit, müſſen einen tiefen Eindruck auf ihn machen, und in ihm den Wunſch erregen, genauer ihre Eigenſchaften und Anwendungen kennen zu lernen. Erwägt er ferner, daß ſie ihm nicht allein Vergnügen und Annehmlichkeiten des Lebens gewähren, ſondern, daß ſogar ſein Daſeyn ſelbſt von ihnen abhängt, ſo muß dieſer Wunſch außerordentlich an Lebhaftigkeit zunehmen: daher dieſes raſtloſe Streben nach Kenntniſſen, welches das Erbtheil edler Seelen iſt.

Läßt ſich eintheilen in hiſtoriſches und wiſſenſchaftliches. Die Naturgegenſtände laſſen ſich aus zwey verſchiedenen Geſichtspunkten betrachten. Man kann ſie als iſolirte Individuen, oder als mit einander verbundene und auf einander einwirkende Naturweſen betrachten. Im erſten Falle erſcheint uns die Natur gleichſam in einem Zuſtande der Ruhe, und bey den einzelnen Gegenſtänden wird blos auf diejenigen Merkmale geachtet, in denen ſie übereinkommen, oder durch welche ſie ſich von einander unterſcheiden, im anderen Falle unterſucht man die

wechſelſeitige Einwirkung der Subſtanzen auf einander, und die Wirkungen, welche dadurch hervorgebracht werden. Die erſte dieſer Anſichten der Naturgegenſtände heißt Naturbeſchreibung (gewöhnlich Naturgeſchichte genannt); die zweyte wiſſenſchaftliche Kenntniß der Natur.

Wiſſenſchaftliche Kenntniß der Natur.

Die wiſſenſchaftliche Kenntniß der Natur beſchäftigt ſich mit den Wirkungen (events) welche in der Körperwelt ſtatt finden. Jede Wirkung oder, welches eins iſt, jede Veränderung eines Körpers zeigt Bewegung an, denn es läßt ſich keine Veränderung denken, ohne, daß man ſich zu gleicher Zeit eine Bewegung denket. Die wiſſenſchaftliche Kenntniß der Natur muß mithin die verſchiedenen Bewegungen erklären, welche in den Körpern durch ihre wechſelſeitige Einwirkung auf einander hervorgebracht werden.

Iſt von zweierlei Art, nemlich

In Anſehung der Entfernung, in welcher ſich die Körper von einander befinden, findet ein großer Unterſchied ſtatt. Einige, wie die Planeten, ſind durch einen Raum von mehreren Millionen Meilen von einander getrennt; während andere, wie z. B. die Theilchen, aus welchen das Waſſer beſteht, einander ſo nahe liegen, daß wenigſtens die menſchlichen Sinne keine Entfernung zwiſchen denſelben wahrzunehmen vermögen, und daß man nur aus gewiſſen Erſcheinungen, welche ſie darbieten, folgern kann, daß ſie ſich nicht unmittelbar berühren. Die Größe des Erfolges, oder der Bewegung, welche durch die wechſelſeitige Einwirkung der Körper auf einander hervorgebracht wird, muß wenigſtens in gewiſſem Grade von ihrer Entfernung abhängen. Iſt die Entfernung ſo groß, daß das Auge ſie wahrnehmen kann, ſich mithin dieſelbe genau

meſſen läßt, ſo wird auch jede Aenderung dieſer Entfernung wahrgenommen, und durch das Maaß beſtimmt werden können. Iſt hingegen die Entfernung zwiſchen zwey Körpern ſo gering, daß ſie ſich unſern Sinnen entzieht, ſo iſt es einleuchtend, daß ſich keine Aenderung dieſer Entfernung wahrnehmen läßt, und daß folglich jede relative Bewegung in ſolchen Körpern unmerklich ſeyn müſſe.

Phyſik und Chemie. Die Naturwiſſenſchaft zerfällt mithin in zwey große Zweige. Der eine umfaßt alle diejenigen Erſcheinungen, welche das Reſultat durch die Sinne wahrnehmbarer (sensible motions); der andere diejenigen, welche das Reſultat durch die Sinne nicht wahrnehmbarer Bewegungen (insensible motions) ſind. Der erſteren dieſer Wiſſenſchaften hat man längſt den Nahmen Phyſik, der anderen den Nahmen Chemie ertheilt.

Definition der Chemie. Chemie iſt mithin diejenige Wiſſenſchaft, welche von den Erfolgen oder Veränderungen der Naturkörper handelt, die durch nicht wahrnehmbare Bewegungen hervorgebracht werden.

Ihre Wichtigkeit. Die chemiſchen Erſcheinungen ſind eben ſo zahlreich und wichtig, als die, welche der Phyſik angehören: denn erſtere umfaßt beinahe alle die Erſcheinungen der Naturkörper, mit welchen wir in unmittelbarerer Verbindung ſtehen, und welche für uns das größte Intereſſe haben. Die Chemie iſt demnach eine Wiſſenſchaft, die nicht allein um ihrer ſelbſt willen, indem ſie dazu dient, unſere Kenntniſſe zu vermehren, und die weiſe Einrichtung der Welt kennen zu lehren; ſondern auch darum von der äußerſten

Wichtigkeit iſt, weil ſie unſere Herrſchaft über die Körperwelt erweitert, und unſer Vergnügen und unſere Macht befördert.

Als Wiſſenſchaft iſt ſie unmittelbar mit allen Naturerſcheinungen verknüpft; die Urſachen des Regens, Schnees, Hagels, Thaues, Windes, der Erdbeben, ſogar der Wechſel der Jahreszeiten kann nie mit Hoffnung eines glücklichen Erfolges erforſcht werden, wenn nicht chemiſche Kenntniſſe dabey zum Grunde liegen. Das Wachſen der Pflanzen, mehrere der wichtigſten thieriſchen Funktionen ſind durch eben dieſe Wiſſenſchaft aufgeklärt worden. Keine Wiſſenſchaft iſt ſo geſchickt, als dieſe, erhabene Begriffe von der Weisheit und Güte des Urhebers dirſes Weltalls zu erzeugen, indem ſie uns bey jedem Schritte auf die außerordentlichen Wirkungen aufmerkſam macht, welche durch höchſt einfache, dennoch aber zureichende Mittel hervorgebracht werden, und uns die große Sorgfalt kennen lehrt, die aller Orten ſichtbar iſt, um das Vergnügen und die Glückſeligkeit jedes lebenden Weſens zu ſichern. Als Kunſt ſteht ſie in inniger Verbindung mit allen unſeren Künſten und Gewerben. Der Glasbläſer, der Töpfer, Schmidt, überhaupt jeder Metallarbeiter, der Gerber, Färber, Bleicher ſind in der That praktiſche Chemiſten, und alle dieſe Gewerbe verdanken ihre weſentlichſten Verbeſſerungen den Fortſchritten, welche die Chemie als Wiſſenſchaft gemacht hat. Der Ackerbau kann nur durch Hülfe der Chemie auf eine vernünftige, ſichere Art verbeſſert werden, und die Vortheile, welche die Arzneikunde durch ſie erhalten hat, ſind ſo allgemein anerkannt, daß es überflüſſig ſeyn würde, ſie hier weitläuftig anzuzeigen.

Urſprung. Das Wort Chemie ſcheint egyptiſchen Urſprunges zu ſeyn, und in ſeiner ausgebreitetſten Bedeutung

das bezeichnet zu haben, was wir Naturlehre überhaupt nennen, indem ſie alles das in ſich faßte, was die Alten von den Naturkörpern wußten. Mit der Zeit ſchien es eine beſchränktere Bedeutung zu erhalten, und allein die Kunſt, Metalle zu bearbeiten, zu bezeichnen. Dieſe ſtufenweiſe erfolgte Veränderung der Bedeutung dieſes Wortes rührte ohne Zweifel von dem Anſehn her, in welchem die Kunſt, Metalle zu bearbeiten, bey den Alten ſtand. Man hielt die Erfinder und Verbeſſerer derſelben für die größten Wohlthäter des menſchlichen Geſchlechtes, errichtete ihnen Bildſäulen und Tempel, erhob ſie über den Rang gewöhnlicher Menſchen, und ſetzte ſie in die Klaſſe der Götter.

Wie lange das Wort Chemie dieſe Bedeutung beybehalten hat, läßt ſich nicht beſtimmt ſagen; allein im dritten Jahrhundert brauchte man es in einem noch eingeſchränkteren Sinne, und verſtand darunter die Kunſt Gold und Silber zu machen. Die Urſache dieſer neuen Beſchränkung, ſo wie die Meinung, daß Gold künſtlich gemacht werden könne, ſind gleich unbekannt. In dieſer Bedeutung ſcheint Chemie mit lebhaftem Eifer von der griechiſchen Geiſtlichkeit getrieben worden zu ſeyn, von den Griechen ging ſie zu den Arabern über, und von den Arabern erhielt ſie das weſtliche Europa. Diejenigen, welche ſich mit derſelben beſchäftigten, bildeten allmählich eine Sekte, die den Nahmen der Alchemiſten annahm. Dieſes Wort bezeichnet einen Chemiſten, mit Vorſetzung des arabiſchen Artikels Al.

Von den Alchemiſten. Die Alchemiſten ſtellten es als Hauptgrundſatz auf, daß alle Metalle aus denſelben Elementen beſtehen, oder daß wenigſtens die Beſtandtheile des Goldes in allen übrigen Metallen angetroffen werden, in denen ſie zwar

durch mehrere Beymiſchungen verunreinigt würden, ſich aber doch durch gehörige Läuterungen in einem vollkommen reinen Zuſtande darſtellen ließen. Alle ihre Unterſuchungen waren dahin gerichtet, Verfahrungsarten aufzufinden, durch welche ſich jene Reinigungen bewerkſtelligen, mithin weniger theure Metalle in Gold verwandeln ließen. Diejenige Subſtanz, welche nach ihnen dieſe wundervolle Eigenſchaft beſitzen ſollte, wurde der Stein der Weiſen (lapis philosophorum) genannt, und mehrere derſelben rühmten ſich, im Beſitze dieſes wichtigen Geheimniſſes zu ſeyn.

Ihre Meinungen. Chemie, bedeutet nach ihnen, die Kunſt den Stein der Weiſen zu bereiten. Sie behaupteten, daß dieſe Kunſt menſchliche Kräfte überſteige, und daß Gott allein ſie wenigen auserwählten Weiſen offenbare. Dieſe wenige Glückliche, denen die Bereitung des Steines der Weiſen bekannt war, nannten ſich ſelbſt Adepten (Adepti), d. h. Menſchen, die das Geheimniß erlangt hatten. Sie behaupteten, daß es nicht in ihrer Macht ſtünde, dieſes Geheimniß bekannt zu machen, und daß Unglück das Haupt desjenigen treffen würde, der ſich unterfinge, es irgend einem Menſchen, ohne die ausdrücklichen Zeichen göttlicher Billigung zu entdecken.

Dieſen Begriffen zufolge machten es ſich die Alchemiſten zum Geſetze, ſich ſo verborgen als möglich zu halten. Sie verheimlichten mit der größten Sorgfalt ihre Meinungen, Kenntniſſe und den Gegenſtand ihrer Unterſuchungen. Theilten ſie ſich untereinander ihre Gedanken mit, ſo bedienten ſie ſich einer myſtiſchen, metaphoriſchen Sprache, brauchten eigenthümliche Figuren und Zeichen, damit ihre Schriften nur allein den Adepten verſtändlich, hingegen gewöhnlichen

leſern völlig unzugänglich wären. Aller dieſer Hinderniſſe ungeachtet, erſchien in den finſtern Jahrhunderten eine beträchtliche Menge alchemiſcher Bücher; einige derſelben unter dem wirklichen Nahmen ihrer Verfaſſer; eine weit größere Anzahl hingegen unter erdichteten Nahmen, oder man nannte fälſchlich berühmte Weiſe des Alterthumes als Verfaſſer derſelben.

Wie weit ſich die Alchemie unter den Alten verbreitet, und ob ſie unter ihnen die Geſtalt einer Sekte angenommen hatte, läßt ſich nicht mit Zuverläſſigkeit beſtimmen. Man findet unter den Arabern, die gleich nach den Eroberungen der Kalifen ihre Aufmerkſamkeit auf Wiſſenſchaften wandten, und die unſern rohen Vorfahren die erſten Keime derſelben mittheilten, die erſten Spuren derſelben. Die vorzüglichſten chemiſchen Schriftſteller unter den Arabern, waren Geber und Avicenna; in ihren Schriften, wenigſtens in denen, welche man für authentiſch zu halten berechtigt iſt, findet man wenig von der myſtiſchen räthſelhaften Sprache, die ſpäterhin in eine ſyſtematiſche Form gebracht wurde.

Die Alchemiſten ſcheinen ſich in den weſtlichen Gegenden Europens ſchon im neunten Jahrhunderte feſtgeſetzt zu haben. In dem blühendſten Zuſtande befand ſich die Alchemie zwiſchen dem elften und funfzehnten Säculum. Die Schriftſteller, welche in dieſer Periode ſchrieben, waren ſehr zahlreich, und unterſchieden ſich beträchtlich von einander, ſowohl in ihrer Schreibart, als in ihren Fähigkeiten. Einige der von ihnen verfaßten Bücher ſind völlig unverſtändlich, und gleichen mehr den Phantaſien eines Verrückten, als den ruhigen Nachforſchungen eines Philoſophen. Andere, den metaphoriſchen Styl abgerechnet, ſind mit Deutlichkeit und

beträchtlichem Scharfſinne abgefaßt, und zeigen eine nicht gemeine, ausgebreitete Bekanntſchafe mit Naturgegenſtänden. Oft ſchließen ſie mit großer Richtigkeit, ungeachtet ſie gewöhnlich von falſchen Principien ausgehen; und häufig kann man ſich von der Genauigkeit ihrer Verſuche überzeugen, und ſelbſt den beſondern Umſtand auffinden, der ſie zu ihren Fehlſchlüſſen verleitete.

Die vorzüglichſten Alchemiſten, welche während der finſteren Jahrhunderte blühten, und deren Nahmen theils wegen der von ihnen gemachten Entdeckungen, theil wegen des Einfluſſes, den ihre Schriften und Arbeiten auf den Geſchmack ihres, und der ſpäteren Zeitalter hatten, erwähnt zu werden verdienen, ſind: Albertus Magnus, Roger Baco, Arnold von Villa Nova, Raymund Lullus und die beyden Iſaak von Holland *).

*) Albertus Magnus war ein Deutſcher. Er wurde im Jahr 1193 geboren, und ſtarb 1280. Seine Werke ſind zahlreich, aber am meiſten verdient ſeine Schrift de Alchymia Aufmerkſamkeit; aus der man den Zuſtand der Chemie am Ende des dreizehnten Jahrhundertes ſehr gut kennen lernt.

Roger Baco wurde im Jahre 1224 in der Grafſchaft Sommerſet in England geboren. Sein Verdienſt iſt ſo allgemein anerkannt, daß es unnöthig ſeyn würde, den Lobredner deſſelben zu machen. Der größte Theil ſeiner Schriften iſt ausnehmend dunkel, und ſogar myſtiſch; allein er giebt uns gewöhnlich ſelbſt den Schlüſſel zu ihrer Erklärung. Einige ſeiner Schriften zeigen von einem, für das Zeitalter, in dem er ſchrieb, ſehr aufgeklärten Geiſt. Seine Schrift: De mirabili poteſtate Artis et Naturae, würde dem Kanzler Baco ſelbſt Ehre gemacht haben.

Arnold von Villa Nova ſoll um das Jahr 1240 in der Provence geboren worden ſeyn. Er ſtand in einem ſehr großen Anſehn, allein alle diejenigen Schriften deſſelben, welche ich unterſucht habe, ſind ausnehmend dunkel, und oft unverſtändlich.

und Schriften. Die größte Zahl der alchemiſchen Schriften iſt, faſt nur allein wegen ihrer Dunkelheit und Ungereimtheit merkwürdig. Alle rühmen ſich im Beſitze des Steines der Weiſen zu ſeyn; alle verſichern, daß ſie die Bereitung deſſelben mittheilen wollen, allein ihre Sprache iſt räthſelhaft, damit ſie nur denjenigen Adepten verſtändlich ſey, denen eine höhere Erleuchtung zu Theil geworden. In jenem, mit Dunkelheit bedeckten, Zeitalter, erhielten dieſe Schriften unbedingten Glauben, und die geldgierigen Gemüther erfüllte die lächerliche Begierde ſich mit Hülfe jener vergeblichen Entdeckungen zu bereichern. Dadurch fiel mancher in die Schlingen von Betrügern, die in der Welt umher zogen, und verſprachen, gegen eine angemeſſene Belohnung, dieſes große Geheimniß den Suchenden mitzutheilen. So wußten ſie ſich eine Summe Geldes zu verſchaffen, mit der ſie ſich entweder ſogleich davon machten, oder die Betrogenen durch eine Reihe langwieriger und koſtſpieliger chemiſchen Arbeiten ermüdeten. Gegen dieſe Klaſſe von Menſchen richtete Erasmus ſeine wohlbekannte Satyre, die den Titel: Der Alchemiſt, führt. Die Ränke dieſer Betrüger erregten allmälig den Unwillen der Menſchen gegen die ganze Brüderſchaft der Alchemiſten. Von allen Seiten erſchienen Bücher gegen dieſelbe, deren Verbreitung durch die, zu gleicher

---

Raymund Lullus wurde im Jahre 1235 zu Barcellona geboren. Seine Schriften ſind dunkler, als die von Arnold. Sein berühmteſtes Werk iſt: Sein letzter Wille und Teſtament.

Es iſt nicht ganz ausgemacht, zu welcher Zeit die beyden Iſaak von Holland gelebt haben; gewöhnlich nimmt man an, daß ſie im dreizehnten Jahrhundert gelebt haben.

Zeit erfundene Buchdruckerkunſt ungemein erleichtert wurde; die witzigen Köpfe der damaligen Zeit ſuchten dieſe vorgeblichen Geheimniſſe lächerlich zu machen; Männer von Kenntniſſen bemüheten ſich die Unmöglichkeit, oder doch die unüberſteiglichen Hinderniſſe, die mit der Bereitung des Steines der Weiſen verbunden waren, darzuthun; die Obrigkeiten endlich ſuchten durch Geſetze und Strafen ihre Unterthanen vor den Fallſtricken der Alchemiſten zu ſichern.

Die Chemiſten hatten ſeit langer Zeit darauf aufmerkſam gemacht, wie wichtig es wäre, wenn man ein Heilmittel gegen alle Krankheiten finden könnte; einige verſicherten ſogar, daß es in dem Steine der Weiſen enthalten ſey, indem dieſer nicht allein weniger koſtbare Metalle in Gold verwandele, ſondern auch die noch höhere Kraft beſitze, augenblicklich alle Krankheiten zu heilen, das Leben auf unbeſtimmte Zeit zu verlängern, und ſo den Adepten ſchon auf dieſer Erde die Unſterblichkeit zu verſichern. Dieſe Meinung verbreitete ſich allmälig immer mehr, und das Wort Chemie erhielt dem zufolge eine ausgebreitetere Bedeutung, indem man darunter nicht allein die Kunſt Gold zu machen, ſondern auch die Kunſt, die Univerſalmedicin zu bereiten, verſtand *).

---

*) Der erſte, welcher die Chemie förmlich auf Medicin anwandte, war Baſilius Valentinus, der im Jahre 1594 geboren, und Benedictiner-Mönch zu Erfurt geweſen ſeyn ſoll [1]). Die merkwürdigſte ſeiner Schriften iſt der Currus triumphalis Antimonii. In derſelben rühmt er die Kräfte der antimonialiſchen Heilmittel, deren Erfinder er iſt. Anm. d. Verf.

[1]) Es verdient bemerkt zu werden, daß weder in dem allgemeinen Verzeichniſſe der Benedictiner-Mönche zu Rom, noch in dem Provincial-Ver-

Zu eben der Zeit, da man ſich von der Richtigkeit der Kunſt, Gold zu machen, überzeugte, erhielt die zweite Meinung (daß die Chemie die Bereitung einer Univerſalmedicin lehre) und damit das Studium der Chemie ſelbſt, einen großen Ruf, und zog die Aufmerkſamkeit von ganz Europa auf ſich. Hiezu trug vorzüglich Teophraſtus Paracelſus bey. Dieſer außerordentliche Mann wurde im Jahre 1493 unweit Zürich gebohren. In ſeinem vier und dreißigſten Jahre erhielt er, nachdem er eine Menge von Abentheuern, die ſeinen Ruf aller Orten verbreiteten, beſtanden, von dem Magiſtrat zu Baſel den Auftrag, Vorleſungen in dieſer Stadt zu halten. Er war mithin der erſte öffentliche Lehrer der Chemie in Europa. Zwey Jahre nachher veruneinigte er ſich mit dem Magiſtrate, verließ die Stadt, beging eine Menge von ungereimten Handlungen und Ausſchweifungen, und ſtarb zu Salzburg im ſieben und vierzigſten Jahre ſeines Lebens.

Der Charakter dieſes merkwürdigen Mannes iſt allgemein bekannt. Es läßt ſich nicht läugnen, daß er ein Betrüger war, und ſich des Beſitzes von Geheimniſſen rühmte, die er nicht beſaß; er entlehnte manche Meinungen, ja ſogar Verſuche von anderen, und gab ſie für ſeine eignen aus: ſein Stolz war unerträglich, ſein Schwulſt lächerlich, und ſein ganzes Leben war ein unaufhörliches Gewebe von Unbeſonnenheiten und Laſtern. Auf der andern Seite muß man geſtehen, daß er große Anlagen beſaß, und daß ſeine Arbeiten nicht ganz unnütz waren. Er trug nicht wenig dazu

---

zeichniſſe zu Erfurt dieſer Nahme gefunden wird; man muß daher auf die Vermuthung gerathen, daß derſelbe ein angenommener Nahme ſey. Anm. des Ueberſ.

bey, das Anſehn von Galen und Avicenna zu ſchwächen, die damals mit unumſchränkter Gewalt in der Arzneikunde herrſchten, und den Hippokrates und die Erfahrung wieder in ihre Rechte einzuſetzen, die ſie niemals hätten verlieren ſollen. Unſtreitig verſchaffte er der Chemie einen Glanz, den ſie vorher nicht beſaß, und dieſes veranlaßte manche der arbeitſamen Männer, die auf ihn folgten, daß ſie ihre Aufmerkſamkeit auf dieſe Wiſſenſchaft wandten. Auch darf das nicht überſehen werden, daß dadurch, daß er ſeine Spekulationen über den Stein der Weiſen und die Univerſalmedicin bis zum größten Unſinn trieb, und daß er die Nichtigkeit und Unnützlichkeit dieſer vorgeblichen Geheimniſſe an ſeiner eignen Perſon bewährte, er ohne Zweifel viel dazu beitrug, daß ſie einen großen Theil ihres Anſehns verloren, und in der Folge gänzlich aus der Wiſſenſchaft verbannt wurden.

Ausbildung der Chemie zur Wiſſenſchaft.

Vanhelmont, der im Jahre 1577 geboren wurde, kann als der letzte der Alchemiſten angeſehen werden. Sein Tod vollendete den Miskredit, in den die Univerſalmedicin gerathen war. Seine Zeitgenoſſen und diejenigen, welche unmittelbar auf ihn folgten (mit Ausnahme von Crollius und weniger andern, die blinde Bewunderer des Paracelſus waren), beſchäftigten ſich nur allein mit der Erweiterung der Chemie. Die vorzüglichſten derſelben ſind: Agricola, Beguin, Glaſer, Erker, Glauber, Kunckel, Boyle u. ſ. w.

Da das alchemiſtiſche Syſtem in ſeinen Grundlagen ſo erſchüttert worden, ſo zerfielen die Thatſachen die geſammelt worden waren, in ein chaotiſches Gewirr, und es fehlte der Chemie gänzlich an beſtimmten Principien und einem beſtimmten Objekte. So lagen die Sachen, als ein Mann erſchien,

der mit dem Inbegriffe aller Thatſachen bekannt, im Stande war, ſie zu ordnen und einzuſehen, wozu jede derſelben gebraucht werden könnte, und den Chemiſten die eigentlichen Gegenſtände anzuzeigen, auf welche ſie ihre Aufmerkſamkeit zu richten hätten. Dieſer Mann war Becher. Er vollendete dieſes ſchwürige Geſchäft in ſeinem Werke, welches den Titel: Physica subterranea, führt, und im Jahre 1669 zu Frankfurt erſchien. Dieſes Buch macht eine merkwürdige Epoche in der Geſchichte der Chemie. Er machte ſich ganz von den Irrthümern der Alchemiſten los, und legte den Grund zu der Wiſſenſchaft, an deren Erweiterung wir noch jetzt fortarbeiten.

Ernſt Stahl, der Herausgeber der Physica subterranea, nahm nach Bechers Tode die Theorie ſeines Lehrers an, allein er verbeſſerte und vereinfachte ſie ſo ſehr, daß man ſie ganz als ſein Werk anſehen kann, dem zufolge hat man ſie immer unter dem Nahmen von Stahl's Theorie aufgeführt.

Fortſchritte derſelben. Seit Stahl's Zeiten beſchäftigte man ſich mit der Chemie mit großem Eifer in Deutſchland und den nördlichen Gegenden Europens; und den Bemühungen der berühmten Naturforſcher dieſer Länder verdankt man vorzüglich die Fortſchritte und Erweiterungen derſelben. Die berühmteſten derſelben ſind: Markgraf, Bergmann, Scheele, Klaproth u. ſ. w.

Gleich nach der Errichtung der Akademie der Wiſſenſchaften im Jahre 1666 machten ſich Homberg, Geoffroi und Lemmery in Frankreich durch ihre chemiſchen Verſuche und Entdeckungen berühmt; und bey der neuen Einrichtung der Akademie beſchäftigte ſich eine eigene Klaſſe da-

mit, dieſe Wiſſenſchaft zu erweitern. Rouelle, der im Jahre 1745 zum öffentlichen Lehrer der Chemie in Paris ernannt wurde, ſuchte ſeinen Eifer für dieſe Wiſſenſchaft allen Gelehrten Frankreichs einzuflößen; und von dieſem Zeitpunkte an wurde die Chemie ein Modeſtudium. Die Zahl der ausgezeichneten Männer in derſelben vervielfältigte ſich, Entdeckung reihte ſich an Entdeckung, und in Italien, ja ſogar in Spanien, erhielt dieſe Wiſſenſchaft Anhänger *).

Nachdem Boyle und noch einige von den frühern Mitgliedern der Königlichen Societät zu London mit Tode abgegangen waren, ſchenkte man, wenige Individuen ausgenommen, in Grosbrittannien der Chemie nur geringe Aufmerkſamkeit. Der Hang zu mathematiſchen Unterſuchungen, der durch Newton's Entdeckungen geweckt worden war, war ſo groß, daß mehrere Jahre hindurch in England jeder Mann von Kopf ſich vorzugsweiſe dieſen widmete. Als aber Doktor Cullen im Jahre 1756 öffentlicher Lehrer der Chemie zu Edinburg wurde, ſo fachte er die Liebe zu dieſer Wiſſenſchaft unter den Studierenden an, und die nachfolgenden Entdeckungen von Black, Cavendish und Prieſtley belebten dieſelben immer mehr. Da ſich hiermit die ähnlichen Bemühungen der Gelehrten in Frankreich, Deutſch-

---

*) Es iſt auffallend, in einem Abriß der Geſchichte der Chemie, der, wenn er auch noch ſo kurz abgefaßt iſt, dennoch die merkwürdigſten Epochen der Wiſſenſchaft angeben muß, Lavoiſiers Nahmen nicht zu finden. Ohne der zahlreichen Entdeckungen, mit welchen er die Chemie bereicherte, und der bis auf ſeine Zeit beiſpielloſen Genauigkeit zu erwähnen, welche ſeine Verſuche auszeichnet, ſo muß er eben ſo wie Stahl als einer von denen genannt werden, mit welchen eine neue Epoche in der Wiſſenſchaft anhebt. A. d. U.

land, Schweden und Italien verbanden, ſo erhob ſich die Chemie zu einer außerordentlichen Höhe. Dieſen glücklichen Umſtänden verdankt ſie die großen Fortſchritte, welche ſie in den letzten funfzig Jahren gemacht hat, die allgemeine Aufmerkſamkeit, die ſie auf ſich gezogen, und das unerwartete Licht, welches ſie über mehrere der wichtigſten Künſte und Gewerbe verbreitet hat.

Ihr gegenwärtiger Zuſtand.

Der Zweck, welchen ich mir bey Abfaſſung dieſes Werkes zu erreichen vorgeſetzt habe, iſt der, eine ſoviel als möglich vollſtändige Ueberſicht der Chemie zu liefern. Zu gleicher Zeit werde ich auf die allmählichen Fortſchritte aufmerkſam machen, welche die Chemie von ihrem erſten unvollkommenen Zuſtande an, bis zu ihrer jetzigen Ausbildung gemacht hat. Indem ich ſo die Geſchichte der Wiſſenſchaft mit dem Vortrage derſelben verwebe, wird man ſich der Thatſachen nicht allein beſſer erinnern, ſondern ſie auch richtiger einſehen, und man wird das Verdienſt derjenigen, die ſich um die Vervollkommung dieſer Wiſſenſchaft verdient gemacht haben, richtiger zu würdigen im Stande ſeyn.

Eine vollſtändige Darlegung des jetzigen Zuſtandes der Chemie muß nicht allein eine ausführliche Aufzählung der Thatſachen, die der Chemie im engeren Sinne des Wortes angehören, ſondern auch die Anwendung dieſer Wiſſenſchaft auf die Naturgegenſtände, die man in drey Klaſſen: das Mineralreich, Pflanzenreich und Thierreich eingetheilt hat, umfaſſen. Dieſes Werk wird demnach aus zwey Theilen beſtehen. Der erſte wird die Chemie im engern Sinne des Wortes, der zweyte eine chemiſche Unterſuchung der Natur enthalten.

Erſter Theil.

Grundſätze der Chemie.

Gegenſtand der Chemie. Die Chemie iſt bemüht, die Beſtandtheile der Körper auszumitteln; die Zuſammenſetzungen zu unterſuchen, welche durch die Verbindungen dieſer Beſtandtheile hervorgebracht werden; und die Kräfte kennen zu lehren, welche dieſe Zuſammenſetzungen bewirken.

Dieſe Wiſſenſchaft zerfällt daher von ſelbſt in drey Theile: 1) in eine Beſchreibung der Beſtandtheile der Körper, oder der ſogenannten einfachen Subſtanzen; 2) in eine Beſchreibung der zuſammengeſetzten Körper, welche durch Verbindung der einfachen Subſtanzen gebildet werden; 3) in eine Aufzählung derjenigen Kräfte, welche dieſe Verbindungen hervorbringen, und die Verwandſchaftskräfte genannt werden. Dieſe drey Hauptgegenſtände werden den Inhalt der drey folgenden Bücher ausmachen.

Erſtes

Erſtes Buch.

Von den einfachen Stoffen.

Erklärung. Unter einfachen Stoffen verſteht man keinesweges das, was die Alten Elemente der Körper nannten, die nach ihnen Theilchen der Materie bezeichneten, welche keiner ferneren Zertheilung oder Verkleinerung fähig waren. Man verſtehet darunter ſolche Subſtanzen, welche noch nicht zerlegt worden ſind, und die uns die bisher beobachteten Erſcheinungen nicht erlauben für zuſammengeſetzt zu halten. Wahrſcheinlich ſind auch diejenigen Subſtanzen, die wir für einfach halten, zuſammengeſetzt, allein ſo lange dieß nicht durch Verſuche dargethan iſt, haben wir kein Recht es vorauszuſetzen. Wären wir mit allen Elementen der Körper, und mit allen den Zuſammenſetzungen, welche ſie einzugehen fähig ſind, bekannt, ſo würde die Chemie ſo vollkommen, als möglich ſeyn; allein bis jetzt iſt man noch ſehr weit hiervon entfernt.

Eintheilung. Man kennt bis jetzt ungefähr drei und dreißig einfache Stoffe, die von ſelbſt in zwey Klaſſen zerfallen. Die der erſten Klaſſe angehörenden Stoffe laſſen ſich in ſchickliche Gefäße einſchließen, mithin in einem iſolirten Zuſtande darſtellen. Diejenigen hingegen welche die zweite Klaſſe ausmachen, laſſen ſich in keinem unſrer Gefäße aufbewahren: ſie laſſen ſich demnach nicht abgeſondert darſtellen, und wir ſchließen ihr Daſeyn nur aus gewiſſen Erſcheinungen, welche die erſte Klaſſe der Körper und ihre Zuſammen-

ſetzungen in gewiſſen Fällen hervorbringen. Man muß daher mit den Eigenſchaften dieſer vorläufig bekannt ſeyn, ehe man die Eigenſchaften derjenigen Körper welche zur zweiten Klaſſe gehören, unterſuchen kann. Es wird daher ſehr nothwendig ſeyn, von jeder der beiden Arten beſonders zu handeln. Da kein paſſenderer Ausdruck bis jetzt gefunden iſt, ſo ſollen die zur erſten Klaſſe gehörenden Stoffe ſperrbare (confinable bodies); diejenigen hingegen welche zur zweiten gezählt werden müſſen, nicht ſperrbare Stoffe (unconfinable bodies) genannt werden.

Erſte Abtheilung.

Von den ſperrbaren Stoffen.

Eintheilung. Die ſperrbaren Stoffe, welche jetzt ungefähr neun und zwanzig betragen, laſſen ſich unter folgende Hauptabſchnitte bringen:

1) Sauerſtoff.
2) Einfache brennbare Stoffe.
3) Einfache nicht brennbare Stoffe.
4) Metalle.

Von jedem wird in der angeführten Ordnung in den vier folgenden Kapiteln gehandelt werden.

Erſtes Kapitel.

Vom Sauerſtoffe.

Eintheilung. Die erſte dieſer Abtheilungen enthält nur eine einzige Subſtanz, den Sauerſtoff; allein derſelbe beſitzt ſo eigenthümliche Eigenſchaften, daß er beſonders be-

trachtet werden muß; da er ferner eine ſo wichtige Rolle in den chemiſchen Erſcheinungen ſpielt, ſo muß man mit ihm ſo bald als möglich bekannt zu werden ſuchen. Er läßt ſich durch folgendes Verfahren darſtellen.

Verfahren, Sauerſtoffgas zu bereiten.

Man nehme ein eiſernes Gefäß, das die Geſtalt A (Fig. 1.), und ungefähr 24 Kubikzoll Inhalt hat. An die Mündung deſſelben befeſtige man eine wie B (Fig. 2.) gebogene Röhre, welche durch Einſchmirgeln ſo genau eingepaßt worden, daß keine Luft zwiſchen den Fugen hindurchdringen kann. Ein Flintenlauf von dem das Schwanzende abgeſchnitten und der auf die beſchriebene Art gebogen worden, entſpricht dieſer Abſicht vollkommen. In das Gefäß wird gepulvertes Magneſiumoxyde (eine Subſtanz von der an einem andern Orte gehandelt werden wird) geſchüttet, die eiſerne Röhre in die Mündung der Retorte befeſtigt, hierauf die Retorte in das Feuer gelegt, und rund um mit glühenden Kohlen umgeben. Das Ende der Röhre wird unter die Oberfläche des Waſſers mit welchem das Gefäß C (Fig. 3.) angefüllt iſt, gebracht. Dieſes Gefäß kann aus Holz oder auch aus mit Oelfarbe angeſtrichenem Zinne beſtehen. An zwei der innern Seitenwände deſſelben iſt ein drei Zoll breites Brett angebracht, über welches das Waſſer einen Zoll überſtehen muß. An der untern Fläche dieſes Brettes iſt an einer Stelle eine Vertiefung befindlich, in welche das Ende der Röhre geleitet worden.

Die Wärme treibt den größten Theil der im Gefäße enthaltenen atmoſphäriſchen Luft aus, man ſieht dieſes an den Luftblaſen die ſich aus dem Waſſer an der Stelle wo die Oeffnung der eiſernen Röhre befindlich iſt, erheben. Nachdem die Entwickelung dieſer Luftblaſen einige Zeit ſtatt gefunden

hat, ſo läßt ſie gänzlich nach. So wie das Gefäß anfängt dunkel zu glühen, ſo zeigen ſich aufs Neue Luftblaſen, und entwickeln ſich um ſo häufiger, je ſtärker das Gefäß erhitzt wird. Dieſes iſt der Zeitpunkt wo man die mit Waſſer gefüllte gläſerne Glocke D mit ihrem offenen Ende genau über die Mündung des Flintenlaufes ſtellt. Die Luftblaſen ſteigen in den obern Theil der Glocke D und treiben das Waſſer aus der Stelle. Nach einiger Zeit ſcheint die Glocke leer zu ſeyn, iſt aber in der That mit Luft angefüllt. Man nimmt ſie folgendermaßen von ihrer Stelle hinweg. Sie wird behutſam von der Röhre hinweg gerückt, hierauf eine flache Schale in das Waſſer getaucht, unter die Glocke geſchoben, und dieſe in der beſchriebenen Lage fortgetragen. Die Schale muß mit etwas Waſſer bedeckt ſeyn, um das Entweichen der Luft zu verhindern (Fig. 4.).

Eine andere Glocke kann auf eine ganz ähnliche Art mit Luft gefüllt werden; und hiermit kann man ſo lange fortfahren, bis entweder das Magneſiumoxyde keine Luft mehr giebt, oder bis man ſo viele Glocken damit angefüllt hat, als man zu ſeinem Vorhaben braucht. Dieſe Methode, Luft zu entbinden und aufzufangen, wurde zuerſt vom Doktor Mayow angegeben, und in der Folge durch Hales ausnehmend verbeſſert. Alle Luftarten, die durch dieſes oder irgend ein anderes Verfahren erhalten worden ſind, oder um richtiger zu reden, alle luftförmigen Stoffe, welche von der atmosphäriſchen Luft verſchieden ſind, hat man, um ſie von letzterer zu unterſcheiden, Gasarten genannt, und dieſer Nahme ſoll in der Folge gebraucht werden *).

*) Das Wort Gas wurde zuerſt von Vanhelmont in die Chemie eingeführt. Er ſchien dadurch jeden Stoff bezeichnen zu

Entdeckung durch Prieſtley und Scheele. Dieſe Gasart, welche durch das oben beſchriebene Verfahren erhalten worden, wurde von Prieſtley den 1ſten Auguſt 1774 entdeckt, und von ihm dephlogiſtiſirte Luft genannt.

Scheele entdeckte ſie, ohne von Prieſtley's Verſuchen Kenntniß zu haben, im Jahre 1775, und gab ihr den Nahmen Feuerluft. Condorcet gab ihr zuerſt den Nahmen Lebensluft, und Lavoiſier nannte ſie in der Folge Sauerſtoffgas, eine Benennung, welche allgemein angenommen worden iſt, und die auch in der Folge gebraucht werden ſoll.

Man kann ſich das Sauerſtoffgas auch durch folgendes Verfahren verſchaffen:

Ein anderes Verfahren. D (Fig. 5) ſtellt eine hölzerne Wanne vor, die inwendig mit Bley oder verzinntem Kupfer belegt iſt. C, iſt die Höhlung der Wanne, die einen Fuß tief ſeyn muß. Sie wird mit Waſſer bis einen Zoll über die Querleiſte AB, die inwendig drei Zoll vom oberen Rande der Wanne rund umher läuft, angefüllt. In der Wanne füllt man die Glocken mit Waſſer, und ſtellt ſie umgekehrt auf die Querleiſte. Dieſe Vorrichtung wurde zuerſt von Prieſtley angegeben, und erhielt von den franzöſiſchen Chemiſten den Nah-

---

wollen, der aus den Naturkörpern durch Hitze, in Geſtalt eines Dampfes, ausgetrieben werden kann. Er theilt die Gasarten in fünf Klaſſen ein. Seine eigenen Worte ſind: Neſcivit inquam ſchola Galenica hactenus differentiam inter gas ventoſum (quod mere aër eſt, id eſt, ventus, per ſyderum blas commotus) gas pingue, gas ſiccum, quod ſublimatum dicitur, gas fuliginoſum, ſive endimicum et gas ſilveſtre ſive incoërcibile, quod in corpus cogi non poteſt viſibile. *Vanhelmont de Flatibus.* §. 4.

men des pneumatiſch chemiſchen, oder auch nur des pneumatiſchen Apparats, und iſt in allen den Fällen, wo man mit Gasarten Verſuche anſtellt, von ſehr großem Nutzen. In das gläſerne Gefäß E ſchüttet man etwas gepulvertes Magneſiumoxyde, übergießt ſie mit ſo viel von derjenigen Flüſſigkeit, welche im Handel Vitriolöl, bey den Chemiſten Schwefelſäure heißt, bis das Ganze in einen dünnen Teig verwandelt wird. Hierauf befeſtigt man in der Oeffnung des Gefäßes die Glasröhre F, die ſo dicht einpaſſen muß, daß die Luft nur allein durch die Oeffnung der Röhre entweichen kann. Dieſen Zweck erreicht man, wenn man die Fugen mit etwas Glaſerkitt verſtreicht, und ſie mit Streifen von Blaſe oder Leinwand, die in Kleiſter, oder eine Miſchung von Eyweiß und Kalkerde getaucht worden ſind, belegt. Das Ganze wird noch zu mehrerer Sicherheit, mit Bindfaden umwickelt *). Das Ende der Röhre F wird in den pneuma-

---

*) Man nennt dasjenige Verfahren, durch welches man die Fugen der Gefäße luftdicht macht, lutiren oder verkitten: die Subſtanzen, deren man ſich hierzu bedient, werden Kitte genannt. Der Kitt, den gewöhnlich die Chemiſten anwenden, wenn die Gefäße dem Feuer ausgeſetzt werden, iſt feſter Kitt, den man durch Zuſammenreiben von gepulverter Kalkerde mit gekochtem Leinöle bereitet. Wachs, das mit ungefähr einem Achtel Terpentin zuſammengeſchmolzen worden, giebt, wenn die Gefäße nicht dem Feuer ausgeſetzt werden, einen ſehr guten Kitt ab. Die Genauigkeit chemiſcher Verſuche hängt in ſehr vielen Fällen faſt ganz von dem ſorgfältigen Verkitten der Fugen der Gefäße ab. Dieſe Operation iſt immer mühſam, und es erfordert einige Uebung, ehe man ſie mit Sicherheit ausüben kann. Lavoiſier hat in ſeinem Traité élémentaire P. III. C. 7. einige gute Vorſchriften hiezu gegeben. In manchen Fällen kann man des Verkittens ganz überhoben ſeyn, wenn man ſich eingeſchmirgelter Gefäße bedient.

tiſchen Apparat D eingeſenkt, und unter die Glocke G, die vorher mit Waſſer angefüllt, und auf die Querleiſte geſtellt worden, geleitet. Nachdem der ganze Apparat in dieſer Lage befeſtigt worden, ſo wird das gläſerne Gefäß E vermittelſt eines Lichtes oder einer Lampe erhitzt. Das Sauerſtoffgas dringt durch die Röhre F hindurch, und füllt die Glocke G an. So wie dieſe voll iſt, ſchiebt man ſie auf einen andern Ort, und bringt eine andere Glocke an ihre Stelle. Hiermit fährt man ſo lange fort, bis man ſo viel Gas eingeſammelt hat, als zu den beabſichtigten Zwecken erforderlich iſt. Dieſe beiden Verfahrungsarten das Sauerſtoffgas zu entbinden, hat Scheele zuerſt in ſeiner Abhandlung über das Feuer angegeben.

Eigenſchaften des Sauerſtoffgaſes. Das Sauerſtoffgas iſt farbenlos, und unſichtbar, wie die athmosphäriſche Luft. So wie dieſe, iſt es elaſtiſch, und kann in einem unbeſtimmten Grade zuſammengedrückt werden, und ſich ausdehnen.

Unterhält die Flamme. 2. Wird ein brennendes Licht in ein mit Sauerſtoffgas angefülltes Gefäß getaucht, ſo brennt dieß mit einem ſolchen Glanze, daß das Auge kaum denſelben zu ertragen im Stande iſt, zu gleicher Zeit wird eine ungleich größere Hitze, als wenn das Licht in athmosphäriſcher Luft brennt, hervorgebracht. Es iſt bekannt, daß ein Licht, welches in einem genau verſchloßnen Raume brennt, nach Verlauf von wenigen Sekunden erliſcht. Daſſelbe findet ſtatt, wenn ein brennendes Licht in Sauerſtoffgas eingeſchloſſen wird; allein es brennt in dieſem ungleich länger, als in einer gleich großen Menge athmosphäriſcher Luft.

Und das Leben. 3. Boyle hatte ſchon vor langer Zeit gezeigt, daß die Thiere ohne Luft nicht leben können, und

Mayow, daß ſie dieſelbe Luft nicht wiederholentlich einathmen können, ohne zu erſticken. Prieſtley und mehrere andere Naturforſcher zeigten uns, daß die Thiere ungleich länger in Sauerſtoffgas, als in einer eben ſo großen Menge athmosphäriſcher Luft leben. Der Graf Morozzi ſetzte eine Anzahl Sperlinge, einen nach dem andern, unter eine Glasglocke, welche mit athmosphäriſcher Luft gefüllt, und mit Waſſer geſperrt war.

	Stunden.	Minuten.
Der erſte Sperling lebte . . .	3	0
Der zweite	0	3
Der dritte	0	1

Er füllte die Glocke mit Sauerſtoffgas, und wiederholte den Verſuch.

	Stunden.	Minuten.
Der erſte Sperling lebte .	5	23
Der zweite	2	10
Der dritte	1	30
Der vierte	1	10
Der fünfte	0	30
Der ſechſte	0	47
Der ſiebente . . .	0	27
Der achte	0	30
Der neunte	0	22
Der zehnte	0	21

Er ſetzte hierauf zwei Sperlinge zugleich unter die Glocke, der eine lebte zwanzig Minuten, der andere eine Stunde länger.

Macht einen Beſtandtheil der Athmosphäre aus.

4. Verſuche, die in der Folge angeführt werden ſollen, haben dargethan, daß in der athmosphäriſchen Luft zwanzig bis dreißig Procent Sauerſtoffgas enthalten ſind, und daß keine Subſtanz

in athmosphäriſcher Luft, der vorher alles Sauerſtoffgas entzogen worden, brennen kann. Hingegen brennen brennbare Körper mit lebhaftem Glanze in Sauerſtoffgaſe, und in anderen Gasarten, denen Sauerſtoffgas zugeſetzt worden. Sauerſtoffgas iſt mithin zum Verbrennen unumgänglich nothwendig.

5. Es iſt gleichfalls durch mehrere Verſuche erwieſen, daß kein Thier, welches Athem hohlt, auch nur eine kurze Zeit in einer Luftart leben könne, welche nicht Sauerſtoffgas enthält. Sauerſtoffgas iſt mithin zum Athemhohlen unumgänglich erforderlich.

6. Werden Subſtanzen in Sauerſtoffgas, oder in anderen Gasarten, denen Sauerſtoffgas beigemiſcht iſt, verbrannt, ſo bemerkt man, daß ein großer Theil des Sauerſtoffgaſes verſchwindet. Wird z. E. Kohle in Sauerſtoffgas verbrannt, ſo findet man ſtatt des Sauerſtoffgaſes eine davon ganz verſchiedene Gasart, welche unter dem Nahmen des kohlenſauren Gaſes bekannt iſt. Genau daſſelbe findet ſtatt, wenn die Luft von den Thieren eingeathmet wird: ein Theil des Sauerſtoffgaſes wird abſorbirt, und die Stelle deſſelben wird von Subſtanzen, die ganz verſchiedene Eigenſchaften beſitzen, eingenommen. Das Sauerſtoffgas hat mithin, ſo wie die verbrannten Körper durch das Verbrennen, Veränderungen in ſeiner Grundmiſchung erlitten. Dieſelbe Bemerkung läßt ſich auch beym Athemholen machen.

Specifiſches Gewicht. 7) Das ſpecifiſche Gewicht des Sauerſtoffgaſes iſt nach Kirwans *) Beſtimmung 0,00135, das des Waſſers 1,000 geſetzt, welches immer vorausgeſetzt wird,

---

*) On Phlogiston. Sect. I.

wenn das ſpecifiſche Gewicht eines Körpers ohne weitere Beſtimmung angegeben wird. Es iſt demnach 740mal leichter, als ein gleiches Volumen Waſſer. Nach eben dieſer Beſtimmung verhält ſich das Gewicht deſſelben zu dem der athmosphäriſchen Luft wir 1103 zu 1000. Bei einem Barometerſtande von 30 Zoll und einer Temperatur von 60° wiegen 100 Kubikzoll athmosphäriſcher Luft 31 Gran, 100 Kubikzoll Sauerſtoffgas 34 Gran. Die Verſuche von Lavoiſker ſtimmen mit denen von Kirwan beinahe ganz: allein Davy giebt das Gewicht von 100 Kubikzoll Sauerſtoffgas gleich 35,06 Granen an *).

Verbindung mit Waſſer. 8. Wenn auch das Sauerſtoffgas Jahre lang mit dem Waſſer in Berührung bleibt, ſo findet keine merkliche Abſorbtion deſſelben ſtatt. Es iſt übrigens gewiß, daß das Waſſer eine kleine Menge deſſelben abſorbirt, die aber zu unbeträchtlich iſt, als daß ſie eine auffallende Veränderung im Volumen des Gaſes hervorbringen könnte. Wird vermittelſt eines ſtarken Druckes das Sauerſtoffgas in ein mit Waſſer angefülltes Gefäß hineingepreßt, ſo abſorbirt das Waſſer die Hälfte ſeines Volumens von dieſem Gaſe, und hält es aufgelöſt. Dieſer Verſuch wurde zuerſt von Paul, welcher ſich mit Verfertigung künſtlicher Mineralwäſſer beſchäftigt, und ſich jetzt zu London aufhält, angeſtellt. Damit geſchwängertes Waſſer unterſcheidet ſich weder im Geruch noch im Geſchmack merklich von gewöhnlichem Waſſer, doch hat man gefunden, daß es ein ſchätzbares Mittel in verſchiedenen Krankheiten ſey **).

---

*) Dary's Researches, p. 365.

**) Man ſehe Dr. Odier's Bemerkungen darüber im achten

Erklärung der chemiſchen Verwandſchaft. 9. Der Sauerſtoff kann ſich mit ſehr vielen Körpern verbinden, und Zuſammenſetzungen darſtellen. Da die Verbindung der Subſtanzen mit einander in der Chemie von der größten Wichtigkeit iſt, ſo wird es nöthig ſeyn, ehe wir weiter gehen, eine Erklärung davon zu geben. Schüttet man Kochſalz in ein Gefäß mit reinem Waſſer, ſo ſchmilzt es, und verbreitet ſich bald, wie man ſich durch den Geſchmack überzeugen kann, durch die ganze Flüſſigkeit. In dieſem Falle iſt das Salz mit dem Waſſer verbunden, und läßt ſich von ihm weder durch Filtriren, noch durch irgend ein anderes mechaniſches Mittel trennen. Man kann jedoch durch ein ſehr einfaches Verfahren eine ſolche Trennung bewirken: ſobald man in die Auflöſung Weingeiſt ſchüttet, ſo fällt das Salz in Geſtalt eines ſehr feinen Pulvers zu Boden.

Warum löſt ſich das Salz im Waſſer auf? Und warum fällt das Salz, wenn der Auflöſung Weingeiſt zugeſetzt wird, zu Boden? Dieſe Fragen wurden zuerſt von Newton beantwortet. Es giebt eine gewiſſe Anziehung zwiſchen den Theilchen des Kochſalzes und denen des Waſſers, wodurch die Vereinigung derſelben, wenn ſie mit einander in Berührung gebracht werden, bewirkt wird. Es findet gleichfalls eine Anziehung zwiſchen den Theilchen des Waſſers und Weingeiſtes ſtatt, die ſie gleichfalls zur Vereinigung geneigt macht, und dieſe Anziehung iſt größer, als die zwiſchen den Theilchen des Waſſers und Salzes; das Waſſer verläßt dem-

---

und zehnten Bande der Bibliothèque Britannique und den Anhang zu Pauls Bekanntmachung ſeiner künſtlichen Mineralwaſſer.

nach das Salz, um ſich mit dem Weingeiſte zu verbinden, und da das Salz nun durch nichts gehalten wird, ſo fällt es vermöge ſeiner Schwere zu Boden.

Dieſe Kraft, vermöge welcher die Körper ſich zu vereinigen ſtreben, wurde von Newton Anziehung, von Bergmann Wahlanziehung genannt, mehrere der deutſchen und franzöſiſchen Chemiſten haben ſie Verwandſchaft *) genannt; dieſer letzte Ausdruck wird jetzt vorzugsweiſe gebraucht, indem die beyden anderen zu allgemein ſind. Von allen Subſtanzen, die ſich mit einander verbinden können, ſagt man, daß ſie Verwandſchaft gegen einander haben; diejenigen Subſtanzen hingegen, die ſich nicht mit einander verbinden, werden als ſolche betrachtet, die keine Verwandtſchaft gegen einander haben. So ſagt man, es finde zwiſchen Waſſer und Oel keine Verwandſchaft ſtatt. Es ergiebt ſich aus dem Beyſpiele des Kochſalzes und Weingeiſtes, daß die Subſtanzen ſich in Anſehung des Grades der Verwandſchaft gegen andere Körper unterſcheiden, indem der Weingeiſt das Salz aus der Stelle verdrängte, und ſich mit dem Waſſer verband. Der Weingeiſt hat demnach eine nähere Verwandſchaft zum Waſſer, als das Kochſalz.

Im Jahre 1719 verfiel Geoffroy auf eine Methode, die verſchiedenen Grade der Verwandſchaft in Tabellen darzuſtellen, welche er Verwandſchaftstafeln nannte. Er ſtellte diejenige Subſtanz, deren Verwandſchaft er beſtimmen wollte, an die Spitze einer Reihe und ließ nun dar-

*) Hooke ſcheint das Wort Verwandſchaft zuerſt in die Chemie eingeführt zu haben. Man ſehe ſeine Mikrographie.

auf jede der übrigen, nach der Ordnung ihrer Verwandſchaft folgen; diejenige, welche die ſtärkſte Verwandſchaft zu ihr hatte, ſtand ihr zunächſt, die, welche die ſchwächſte hatte, war am entfernteſten. Dem gemäß würde die Verwandſchaft zum Weingeiſte und Kochſalz folgendermaßen bezeichnet werden müſſen:

Waſſer.
Weingeiſt.
Kochſalz.

Dieſe Methode iſt allgemein angenommen worden, und hat ſehr viel zu den raſchen Fortſchritten der Chemie beigetragen.

Ich will nunmehr eine Tabelle von den Verwandſchaften des Sauerſtoffes liefern:

Sauerſtoff.	Schwefel.
Kohle.	Stickſtoff.
Titan.	Nickel.
Magneſium.	Arſenik.
Zink.	Chromium.
Eiſen.	Wismuth.
Zinn *).	Blei.
Uran.	Kupfer.
Molybdän.	Tellur.
Scheelium.	Platin.
Kobalt.	Queckſilber.
Antimonium.	Silber.
Waſſerſtoff.	Arſenikoxyde.
Phosphor.	Salpetergas.

*) Bouillon La Grange Ann. de Chim. XXXV. 28.

Gold.	Weißes Magneſiumoxyde.
Salzſäure.	Weißes Bleioxyde.

Der Grund dieſer Ordnung wird ſich ergeben, wenn von den Subſtanzen ſelbſt gehandelt werden wird.

Zweites Kapitel.

Von den einfachen brennbaren Stoffen.

Unter brennbaren Stoffen verſtehe ich diejenigen Subſtanzen, die des Verbrennens fähig ſind, und unter einfachen brennbaren Stoffen diejenigen Stoffe, welche bis jetzt noch nicht zerlegt worden ſind. In dieſe Klaſſe gehören nur folgende vier: Schwefel, Phosphor, Kohle und Waſſerſtoff. Man könnte zwar auch die Metalle unter die brennbaren Stoffe rechnen, ſie unterſcheiden ſich aber in ihren meiſten Eigenſchaften ſo ſehr von den vier genannten Subſtanzen, daß es zweckmäßiger iſt, ihnen eine eigene Klaſſe anzuweiſen. Alle unſere Klaſſifikationen ſind in der That künſtlich; die Natur kennt ſie nicht, und unterwirft ſich ihnen nicht. Deſſen ungeachtet ſind ſie nützlich, da ſie uns in den Stand ſetzen, eine Wiſſenſchaft ſchneller kennen zu lernen, und ſie zu überſehen, ſollen ſie uns aber dieſe Vortheile verſchaffen, ſo müſſen wir auf eine zu ſtrenge Anhänglichkeit an willkührliche Definitionen Verzicht thun, weil die Natur dieſelben nicht anerkennt.

Erſter Abſchnitt.

Vom Schwefel.

Der Schwefel iſt von den älteſten Zeiten an bekannt. Da er an mehreren Orten gediegen gefunden wird, ſo konnte es nicht fehlen, daß er ſchon früh die Aufmerkſamkeit der Menſchen auf ſich zog. Die Alten brauchten denſelben in der Arzneikunde, und bedienten ſich ſeiner Dämpfe zum Bleichen der Wolle *).

Eigenſchaften. 1. Der Schwefel iſt eine harte, ſpröde Subſtanz, gewöhnlich von gelber Farbe, ohne Geruch, und von einem ſchwachen, jedoch bemerkbaren Geſchmack.

Er iſt ein Nicht=Leiter der Elektricität, und wird mithin durch Reiben elektriſch. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 1,990.

An der Luft wird der Schwefel nicht verändert. Wirft man ihn in das Waſſer; ſo ſinkt er zu Boden, und bleibt unverändert: mithin iſt er in demſelben unauflöslich.

Wirkung der Hitze. 2. Wird ein beträchtliches Stück Schwefel, z. B. dadurch, daß man es in der Hand hält, einer ſchnellen, wiewohl gelinden Hitze ausgeſetzt, ſo ſpringt es mit einem kniſternden Geräuſche in Stücken.

Schwefelblumen. Wird Schwefel bis zu einer Temperatur von ungefähr 170° erhitzt, ſo ſteigt er in Geſtalt eines feinen Pulvers in die Höhe, das, wenn man den Verſuch in einem ſchicklichen Apparate vornimmt, leicht geſammelt wer=

*) Plinius. Lib. XXXV. Cap. 15.

den kann. Dieſes Pulver wird Schwefelblumen *) genannt. Wenn Subſtanzen, wie in dieſem Falle, bey Anwendung einer mäßigen Hitze entweichen, ſo nennt man ſie flüchtig; und der Proceß ſelbſt, durch welchen ſie in die Höhe gehoben werden, die Verflüchtigung, Sublimation.

Wird der Schwefel bis zu einer Temperatur von 213° Fahrenheit erhitzt, ſo ſchmilzt er, und wird ſo flüſſig, als Waſſer. Wird dieſer Verſuch in einem dünnen, gläſernen Gefäße von eyförmiger Geſtalt, und kurzem Halſe angeſtellt, ſo kann man das Gefäß auf glühende Kohlen ſtellen, ohne daß man zu beſorgen braucht, es werde zerſpringen. Die ſtarke Hitze bringt den Schwefel bald zum Kochen, und verwandelt ihn in einen braun gefärbten Dampf, welcher das Gefäß anfüllt, und mit beträchtlicher Gewalt zur Mündung deſſelben heraus dringt.

Der Schwefel ſchießt in Kryſtallen an

3. Sehr viele Subſtanzen beſitzen die Eigenſchaft, wenn man ſie im Waſſer auflößt, oder vermittelſt der Hitze ſchmilzt, regelmäßige Geſtalten anzunehmen. Wird z. B. Kochſalz in Waſſer aufgelöſt, und dieſe Flüſſigkeit durch die Einwirkung einer gelinden Hitze in Dampfgeſtalt fortgetrieben, oder mit anderen Worten, wird das Waſſer langſam verdunſtet, ſo wird ſich das Salz am

*) Nur in dieſem Zuſtande iſt der im Handel vorkommende Schwefel erträglich rein; der Kanonenſchwefel enthält gewöhnlich eine beträchtliche Menge fremder Subſtanzen. Die ſogenannte Schwefelmilch (Lac Sulphuris), welche erhalten wird, wenn Schwefel aus ſeinen Verbindungen gefällt wird, iſt nach meinen Verſuchen eine Zuſammenſetzung aus Schwefel und etwas Waſſer. Nicholson's Journal IV, 102.

am Boden des Gefäßes in Geſtalt von Würfeln anſetzen. Dieſe regelmäßige Figuren werden Kryſtalle genannt. Auch der Schwefel beſitzt die Eigenſchaft zu kryſtalliſiren. Wird er geſchmolzen, und, ſo wie die Oberfläche beginnt feſt zu werden, der darunter befindliche flüſſige Schwefel ausgeleert, ſo bietet die innere Höhlung lange nadelförmige Kryſtalle dar, welche eine oktaedriſche Geſtalt haben. Dieſes Verfahren, den Schwefel zu kryſtalliſiren, hat Rouelle angegeben. Wird der Verſuch in einem gläſernen Gefäße, oder in einer flachen, eiſeren Pfanne angeſtellt, ſo bemerkt man, daß die Kryſtalle anſchießen, ſo wie die Temperatur bis auf 220° herabſinkt.

4. Wird der Schwefel in einem offenen Gefäße im Fluß erhalten, ſo wird er allmählig dick und klebrig. Wird er in dieſem Zuſtande in ein Gefäß mit Waſſer gegoſſen, ſo zeigt er eine rothe Farbe, und iſt ſo geſchmeidig als Wachs. Man bedient ſich deſſelben, um Pettſchafte, geſchnittene Steine, Münzen u. ſ. w. abzuformen. Dieſe Abdrücke ſind unter dem Nahmen der Schwefelabgüſſe bekannt. Setzt man ihn einige Tage der freien Luft aus, ſo erhält er bald ſeine urſprüngliche Sprödigkeit wieder, verliert aber die rothe Farbe nicht. Man glaubt jetzt, daß der, durch anhaltendes Schmelzen klebrigt und roth gewordene Schwefel ſich mit etwas Sauerſtoff verbunden habe. Man muß ihn also in dieſem Zuſtande nicht als reinen Schwefel, ſondern als eine Zuſammenſetzung aus Schwefel und Sauerſtoff betrachten. Fourcroy hat dieſem, ſo modificirten Schwefel, den Nahmen Schwefeloxyde gegeben *).

Schwefeloxyde.

*) In einem ſpäteren Zuſatze, welchen der Verfaſſer als An-

Wird durch Verbrennen in eine Säure verwandelt.

5. Wird der Schwefel unter dem Zutritte der freien Luft bis zu einer Temperatur von 560° erhitzt, ſo entzündet er ſich von ſelbſt, brennt mit einer blaſſen, blauen Flamme, und ſtößt zu gleicher Zeit eine große Menge Dämpfe von einem ſehr erſtickenden Geruche aus. Wird er entzündet, und unter eine mit Sauerſtoffgas gefüllte Glocke gebracht, ſo brennt er mit einer hellen, röthlich weißen Flamme, und es entwickeln ſich zu gleicher Zeit eine große Menge Dämpfe. Hält die Hitze lange genug an, ſo brennt aller Schwefel weg, ohne Aſche oder einen feſten Rückſtand zu laſſen. Werden die Dämpfe geſammelt, ſo findet man, daß ſie gänzlich aus Schwefelſäure beſtehen. Durch das Verbrennen iſt mithin der Schwefel in eine Säure *) verwandelt worden. Dieſes Faktum

---

hang dem vierten Bande beigefügt hat, bemerkt er, daß er das ſogenannte Schwefeloxyde, welches durch Schmelzen des Schwefels in einem tiefen Gefäße erhalten wird, unterſucht habe.

Die Farbe deſſelben war dunkelviolet, es hatte einen faſrigen Bruch, ein ſpecifiſches Gewicht von 2,325; und eine zähe Konſiſtenz. Die Analyſe ließ nur 2,4 Procent Sauerſtoff in demſelben finden. Da der Verfaſſer aber einen Strom der gasförmigen oxydirten Salzſäure durch Schwefelblumen gehen ließ, ſo bildete er ein anderes Oxyde, welches 6,2 Procent Sauerſtoff enthielt. Die Eigenſchaften unterſchieden dieſe Subſtanz ſehr von derjenigen, welche bisher für das Oxyde des Schwefels gehalten worden. (Eine ausführliche Nachricht von dieſen Verſuchen findet man in Nicholson's Journal VI. p. 92). Noch vermuthet Thomſon, daß dieſes Oxyde und nicht der reine Schwefel einen Beſtandtheil des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffgaſes, und vielleicht aller ſchwefelwaſſerſtoffhaltigen Zuſammenſetzungen ausmache.

*) Säuren ſind eine Klaſſe zuſammengeſetzter Subſtanzen, die in der Folge beſchrieben werden ſollen. Sie unterſcheiden ſich

war ſeit mehreren Jahrhunderten bekannt, allein bis auf Stahls Zeiten hatte niemand, eine auch nur einigermaßen befriedigende Erklärung deſſelben gegeben. Dieſer Chemiſt verſuchte es, und gründete auf ſeine Erfahrungen eine ſo ausnehmend ſinnreiche Theorie, die er durch eine ſehr große Menge von Thatſachen unterſtützte, daß ſie in ſehr kurzer Zeit mit Bewunderung von den Naturforſchern angenommen wurde, und nicht wenig dazu beitrug, die Chemie zu dem Range unter den Wiſſenſchaften zu erheben, von welchem ſie das lächerliche Beſtreben der älteren Chemiſten ausgeſchloſſen hatte.

Stahls Erklärung hiervon.

Nach Stahl giebt es nur eine einzige Subſtanz in der Natur, welche des Verbrennens fähig iſt, dieſe nannte er demzufolge Phlogiſton, und alle diejenigen Subſtanzen, die entzündlich ſind, enthalten nach ihm mehr oder weniger von demſelben. Das Verbrennen beſteht nur allein in der Abſcheidung dieſer Subſtanz. Alle diejenigen Körper, in denen nichts von derſelben enthalten iſt, ſind ſeiner Meinung zufolge unverbrennlich. Alle brennbaren Körper, dieſe ausgenommen, welche aus reinem Phlogiſton beſtehen (wenn es ja ſolche geben ſollte), ſind aus einer unverbrennlichen Subſtanz und aus Phlogiſton zuſammengeſetzt. Während dem Verbrennen entweicht das Phlogiſton, und der unverbrennliche Körper bleibt zurück. Verbrennt man z. B. Schwefel, ſo iſt die zurückbleibende Subſtanz Schwefelſäure ein unverbrennlicher Körper. Schwefel beſteht demnach aus Schwefelſäure und Phlogiſton.

---

durch ihren ſauren Geſchmack, und durch die Eigenſchaft, die ſie beſitzen, die blaue Farbe mehrerer Pflanzenaufgüſſe, z. B. die der Lackmustinktur und des Veilchenſyrups, in eine rothe zu verwandeln.

Um dieſe Theorie gegen alle Einwürfe zu ſichern, mußte gezeigt werden, daß man die Schwefelſäure dadurch erhalten könne, daß man das Phlogiſton vom Schwefel abſcheidet, und daß ſich Schwefel bilden läßt, wenn man Schwefelſäure mit Phlogiſton vereinigt. Dieſe beiden Punkte ſuchte Stahl zu beweiſen. Wird Kali *) und Schwefel zuſammengemiſcht und erhitzt, ſo ſchmelzen ſie, und bilden eine ſpröde Maſſe von brauner Farbe, die aus den zwei mit einander verbundenen Subſtanzen beſteht. Dieſe Zuſammenſetzung reibt man zu Pulver, und ſetzt ſie in einem flachen Gefäße einem gelinden Feuer aus. Der Schwefel verſchwindet allmählig, man findet an ſeiner Stelle Schwefelſäure, die mit Kali verbunden iſt. In dieſem Falle, ſagt Stahl, zerſtreut die gelinde Wärme das Phlogiſton, und läßt die Säure zurück. Um den Schwefel wieder zuſammenzuſetzen, darf man mit der Säure nur einen Körper verbinden, der Phlogiſton enthält. Die Kohle iſt ein ſolcher Körper, denn ſie iſt verbrennlich, und enthält demnach nach Stahls Theorie Phlogiſton. Verbrennt man ſie, ſo bleibt ein äußerſt geringer Rückſtand, mithin enthält ſie kaum etwas anders, als Phlogiſton. Er vermiſchte demzufolge die aus Kali und Schwefelſäure beſtehende Zuſammenſetzung mit dem vierten Theile Kohlenpulver dem Gewichte nach, ſchüttete die Miſchung in einen Schmelztiegel, ſtülpte einen anderen darüber, und gab ein ſtarkes Feuer. Nach dem Abkühlen unterſuchte er den Inhalt der Gefäße. Die Kohle war verſchwunden, und in dem Tiegel war nur

---

*) Die Eigenſchaften des Kali ſollen in der Folge erörtert werden. Es iſt das in der Pottaſche enthaltene Salz im Zuſtande der Reinheit.

eine Miſchung von Kali und Schwefel übrig, die von der rückſtändigen Kohle eine dunklere Farbe, als gewöhnlich hatte. In dem Tiegel waren anfänglich drei Subſtanzen, Kali, Schwefelſäure und Kohle; die beiden letzteren waren verſchwunden, und an ihrer Stelle fand man Schwefel. Der Schwefel mußte mithin aus der Verbindung derſelben entſtanden ſeyn. Die Kohle beſteht aber aus Phlogiſton und einem ſehr geringen Rückſtande, der noch im Schmelztiegel vorgefunden wird. Der Schwefel muß demnach durch Verbindung der Schwefelſäure mit Phlogiſton *) gebildet worden ſeyn. Dieſe einfache, lichtvolle Erklärung ſchien ſo befriedigend, daß man lange Zeit die Zuſammenſetzung des Schwefels für eine der am beſten bewieſenen Wahrheiten der Chemie hielt.

Iſt unbefriedigend. Es giebt aber zwei Thatſachen, welche Stahl entweder nicht kannte, oder auf die er nicht gehörig achtete, und für welche ſeine Theorie nicht im Stande iſt, eine befriedigende Erklärung zu geben. Die erſte iſt, daß der Schwefel nicht brennt, wenn der Zutritt der Luft gänzlich abgehalten wird; die zweite iſt die, daß die Schwefelſäure ſchwerer iſt, als der Schwefel, aus dem ſie gebildet worden iſt.

Um für dieſe oder ähnliche Thatſachen Erklärungen aufzufinden, modificirten ſpätere Chemiſten Stahls Theorie auf mannigfaltige Art. Einige ſprachen dem Phlogiſton alle Schwere ab, andere erklärten es für einen negativ ſchweren Stoff. Dennoch blieb es unerklärt, warum

*) Stahlii Opusc. Chimico-physico-med. Anatomia Sulphuris Com. p. 749.

zum Verbrennen des Schwefels die Luft erfordert werde. Endlich unternahm Lavoiſier, der ſich ſchon durch ſeinen umfaſſenden Blick, die Strenge ſeiner Verſuche, und die Gültigkeit ſeiner Schlüſſe bei ſo vielen andern Gelegenheiten ausgezeichnet hatte, die Unterſuchung dieſes Gegenſtandes, und machte ſeine Verſuche in den Jahrbüchern der franzöſiſchen Akademie vom Jahre 1777 bekannt. Er ſchüttete Schwefel in ein weites gläſernes Gefäß, das mit Luft angefüllt war, ſtellte es umgekehrt in ein anderes Gefäß, welches Queckſilber enthielt, und entzündete hierauf den Schwefel vermittelſt eines Brennglaſes. Er brannte mit einer blauen, mit dicken Dämpfen vergeſellſchafteten Flamme, verloſch aber bald, und konnte nicht wieder angezündet werden. Deſſenungeachtet hatte ſich etwas Schwefelſäure erzeugt, die beträchtlich ſchwerer war, als der verſchwundene Schwefel; die Luft des Gefäßes hatte gleichfalls eine Verminderung des Gewichtes erlitten, welche der bemerkten Zunahme des Gewichtes der Schwefelſäure gleich war. Der Schwefel muß demnach während ſeiner Umwandlung in Säure einen Theil der Luft abſorbirt haben. Er ſchüttete hierauf eine Verbindung aus Schwefel und Eiſen in ein mit Luft angefülltes Gefäß, und kehrte dieſes über dem Waſſer um *). Die in dem Gefäße enthaltene Luft verminderte ſich achtzehn Tage lang, wie man aus dem Steigen des Waſſers, das in den luftleeren Raum eindrang, bemerken konnte; allein nach dieſer Periode fand keine Verminderung ferner ſtatt. Als er das ſchwefelhaltige Eiſen unterſuchte, fand er, daß es etwas

*) Dieſer Verſuch wurde zuerſt von Scheele, allein in ganz verſchiedener Abſicht, angeſtellt.

an Gewicht zugenommen hatte, und die im Gefäße befindliche Luft hatte eben ſo viel an Gewicht verloren. Der Luft war aller Sauerſtoff entzogen worden; folglich mußte die ganze Menge Sauerſtoff ſich mit dem ſchwefelhaltigen Eiſen verbunden haben. Ein Theil des Schwefels war in Schwefelſäure verwandelt worden; und da der ganze übrige Antheil des ſchwefelhaltigen Eiſens unverändert war, ſo mußte nothwendig alles das, was eine Gewichtszunahme veranlaßt hatte, von etwas herrühren, das ſich mit dem Theile des Schwefels verbunden hatte, der in Säure verwandelt worden war. Dieſes Etwas iſt, wie wir wiſſen, der Sauerſtoff; die Schwefelſäure muß demnach aus Schwefel und Sauerſtoff beſtehen; denn da das urſprüngliche Gewicht aller derjenigen Stoffe, die in dem Gefäße enthalten waren, genau daſſelbe blieb, ſo findet auch nicht der entfernteſte Grund ſtatt, zu vermuthen, daß irgend ein Stoff den Schwefel verlaſſen habe.

Es iſt mithin unmöglich, daß der Schwefel aus Schwefelſäure und Phlogiſton beſtehen könne, wie Stahl behauptete, indem der Schwefel ſelbſt als Beſtandtheil in die Zuſammenſetzung dieſer Säure eingehet. Es muß demnach entweder ein Mangel an Genauigkeit bei den Verſuchen ſtatt gefunden haben, durch welche Stahl die Zuſammenſetzung des Schwefels zu beweiſen ſuchte, oder er muß Fehlſchlüſſe in ſeinen Folgerungen gemacht haben, denn es iſt unmöglich, daß hier zwei ſich widerſprechende Thatſachen ſtatt finden können. Unterſucht man das Kali und den Schwefel, die in Stahls Verſuchen hervorgebracht werden, ſo findet man, daß ſie ungleich weniger wiegen, als die Kohle, Schwefelſäure und das Kali, die urſprünglich zu dem Verſuche ge-

nommen wurden. Etwas muß demnach während der Einwirkung der Hitze entwichen ſeyn. Wird der Verſuch in einem verſchloßnen Gefäße, in Verbindung mit dem pneumatiſch = chemiſchen Apparate angeſtellt, ſo erhält man eine Menge Gas, deren Gewicht genau ſo viel beträgt, als der Gewichtsverluſt derjenigen Subſtanzen, mit welchen der Verſuch angeſtellt wurde; und dieſes Gewicht übertrifft beträchtlich das der angewandten Kohle. Dieſes Gas iſt kohlenſaures Gas, welches, wie in der Folge gezeigt werden ſoll, aus Kohle und Sauerſtoff beſteht. Jetzt ſieht man ein, was in dieſem Verſuche vorgeht. Die Kohle hat bei einer hohen Temperatur eine größere Verwandſchaft zu dem Sauerſtoffe, als der Schwefel. Bringt man demnach bei einer ſolchen Temperatur Kohle mit Schwefelſäure in Berührung, ſo verbindet ſich der, in der Säure befindliche Sauerſtoff mit derſelben, beide entweichen als kohlenſaures Gas, und der Schwefel bleibt zurück. In dem erſten Verſuche von Stahl rührte die Umwandlung des Schwefels in Schwefelſäure offenbar von der Abſorbtion des Sauerſtoffes aus der athmosphäriſchen Luft her. Dieſes iſt der Grund, warum die Miſchung in einem offenen Gefäße befindlich ſeyn muß.

Das Verbrennen des Schwefels iſt demnach nichts anders, als die Verbindung deſſelben mit dem Sauerſtoffe; nach allem dem, was wir von demſelben wiſſen, muß er den einfachen Stoffen beigezählt werden.

Verwandſchaften des Schwefels. 6. Die Verwandſchaften des Schwefels ſind nach Bergmann folgende.

Feuerbeſtändige Alkalien.	Zinn.
Eiſen.	Blei.
Kupfer.	Silber.

Wismuth. Arſenik.
Antimonium. Molybdaen.
Queckſilber.

Zweiter Abſchnitt.
Vom Phosphor.

Arten Phoſphor zu bereiten. Man kann den Phosphor durch folgendes Verfahren bereiten. Knochen werden ſo lange der Einwirkung des freien Feuers ausgeſetzt, oder, wie es in der Sprache der Chemiſten heißt, kalcinirt, bis ſie nicht mehr dampfen, oder einen Geruch von ſich geben, alsdann werden ſie in ein feines Pulver verwandelt. Von dieſem Knochenpulver ſchüttet man hundert Theile in eine porcellanene oder irrdene Schale, übergießt ſie mit vier Theilen Waſſer dem Gewichte nach, und gießt in verſchiedenen Zeiträumen (indem man die Miſchung bei jedem erneuerten Zugießen umrührt) vierzig Theile Schwefelſäure zu. Die Miſchung erhitzt ſich, und es entwickelt ſich eine beträchtliche Menge Luftblaſen *). In dieſem Zuſtande läßt man die Miſchung vier und zwanzig Stunden lang: und rührt ſie von Zeit zu Zeit mit einem gläſernen oder porcellanenen Stäbchen um, um die Einwirkung der Säure auf das Knochenpulver zu befördern **).

Jetzt ſchüttet man das Ganze auf ein Filtrum von Tuch,

---

*) Das häufige Entweichen von Luftblaſen wird in der Chemie Aufbrauſen genannt.

**) Fourcroy and Vauqelin Mem. de L'Inst. II. 282.

Die durch das Filtrum hindurch gehende Flüſſigkeit wird in einer porcellanenen Schale geſammelt; nachdem das weiße Pulver, welches auf dem Filtro zurückbleibt, wiederholentlich mit Waſſer übergoſſen, und die hindurchlaufende Flüſſigkeit zu der ſchon erhaltenen zugeſchüttet worden, wirft man den, auf dem Filtro zurückbleibenden Rückſtand als unbrauchbar hinweg.

Zu der, in der Porcellanſchale befindlichen Flüſſigkeit, welche einen ſehr ſauren Geſchmack hat, wird eine Auflöſung von Bleizucker in Waſſer langſam zugegoſſen. Es fällt augenblicklich ein weißes Pulver zu Boden: mit dem Zuſchütten der Bleizuckerauflöſung muß ſo lange fortgefahren werden, als ſich noch etwas von dieſem Pulver ausſcheidet. Das Ganze wird wieder auf das Filtrum gebracht. Das weiße Pulver, welches auf dem Filtro zurück bleibt, wird wohl ausgewaſchen, getrocknet, und mit ungefähr dem ſechſten Theile (dem Gewichte nach) Kohlenpulver vermiſcht. Dieſe Miſchung wird in eine irrdene Retorte gethan (Fig. 5), dieſe in ein Sandbad *) gelegt, und der Hals derſelben ſo in ein Gefäß mit Waſſer eingetaucht, daß die Mündung deſſelben unter der Oberfläche des Waſſers liegt. Eine vollſtändige Abbildung des Apparates iſt Fig. 6. zu ſehen. Es wird Feuer gegeben, und dieß allmählig bis zum Rothglühen der Retor-

---

*) Unter einem Sandbade verſteht man in der Chemie ein eiſernes, einem Topfe oder einem tiefen Becken ähnliches Gefäß, das mit Sand angefüllt iſt. Gläſerne oder irrdene Gefäße werden in den Sand eingetaucht, und hierauf der äußere Behälter erhitzt. Der Nutzen, welchen der Sand gewährt, iſt der, daß die Hitze gleichförmiger angewendet wird; dieſes ſichert die Gefäße mehr vor dem Zerſpringen.

te verſtärkt. Eine zahlreiche Menge Luftblaſen dringen zum Halſe der Retorte heraus. Von dieſen entzünden ſich einige, ſo wie ſie die Oberfläche des Waſſers erreichen. Endlich tröpfelt eine Subſtanz heraus, welche geſchmolzenem Wachſe ähnelt, und unter dem Waſſer feſt wird *). Dieſe Subſtanz iſt der Phosphor.

Geſchichte ſeiner Entdeckung. Er wurde zufällig von Brandt einem Hamburger Chemiſten im Jahre 1669 **) bei der Gelegenheit entdeckt, als er verſuchte, aus dem menſchlichen Harne eine Flüſſigkeit zu bereiten, die Silber in Gold verwandeln ſollte. Er zeigte davon eine Probe Kunkeln, einem berühmten deutſchen Chemiſten, der hiervon einem gewiſſen Kraft zu Dresden als von einer Neuigkeit Nachricht gab. Kraft verfügte ſich unmittelbar nach Hamburg, und kaufte Brandten ſein Geheimniß, zugleich mit dem Verſprechen, für zwei hundert Thaler ab, es keinem andern zu entdecken. Er bot bald hierauf ſeinen Phosphor in Frankreich und England öffentlich aus, und erwartete ohne Zweifel, daß es ſein Glück machen würde. Kunkel, der Kraften ſeine Abſicht, ſich die Bereitungsart des Phosphors zu verſchaffen, entdeckt hatte, fand ſich durch die heimtückiſche Aufführung ſeines Freundes gekränkt, und ſuchte jetzt ſelbſt die Bereitungsart zu erfinden. Es gelang ihm endlich im Jahre 1674, ungeachtet er weiter nichts wußte, als daß der Urin diejenige Subſtanz ſey, aus welcher Brandt den Phosphor bereitet habe ***). Dem gemäß iſt Kunckel, und zwar mit Recht, den Entdeckern des Phosphors beigezählt worden.

*) Die Theorie dieſes Verſuches wird in der Folge erklärt werden.

**) Homberg Mem. Par. 1692.

***) Dieſes iſt Kunkels eigener Bericht. Man ſehe ſein

Auch Boyle entdeckte den Phosphor. Zwar verſichert Leibnitz, daß Boyle das Verfahren von Kraft gelernt habe, und Kraft erzählte dieſen Umſtand an Stahl. Allein die Behauptung eines Geheimnißkrämers und eines Mannes, der ſeinen eigenen Freund hintergangen hat (denn auf Kraft's Nachricht beruht die ganze Behauptung) kann der Aeußerung von Boyle nicht entgegen geſtellt werden, der nicht nur einer der größten Naturforſcher, ſondern auch einer der tugendhafteſten Männer ſeiner Zeit war, und dieſer verſichert beſtimmt, daß er die Entdeckung gemacht, ohne vorher die Bereitungsart gekannt zu haben *).

Boyle theilte das Verfahren dem Gottfried Hankwitz, einem Londner Apotheker mit, der mehrere Jahre lang ganz Europa mit Phosphor verſah. Dieß iſt der Grund, warum dieſe Subſtanz lange Zeit bei den Chemiſten den Nahmen des engliſchen Phosphors führte. Andere Chemiſten hatten gleichfalls den Verſuch gemacht, Phosphor zu bereiten, wie es aber ſcheint, ohne Erfolg **); bis im Jahre 1737 ein Fremder in Paris ſich erbot, das Verfahren, Phosphor zu bereiten, mitzutheilen. Die franzöſiſche Regierung verſprach ihm dafür eine Belohnung. Hellot, Dufay, Geoffroy und Duhamel überzeugten ſich, daß er ſeinem Verſprechen ein Genüge leiſte, und Hellot machte in den Jahrbüchern der franzöſiſchen Akademie vom Jahre 1737 eine ſehr vollſtändige Nachricht von dieſem Ver-

---

Laboratorium Chymicum p. 660.; wie auch Wiegleb's Geſchichte des Wachsthums und der Erfindungen in der Chemie. B. I. S. 42.

*) Boyle's Works abridged by Shaw III. 174.

**) Stahlii Fundam. Chym. II. 58.

fahren bekannt. Markgraf*) verbeſſerte im Jahre 1740 die Bereitungsart des Phosphors ungemein, allein noch war ſie langweilig, koſtſpielig und ekelhaft.

Im Jahre 1769 machte Gahn, ein ſchwediſcher Chemiſt, die Entdeckung, daß der Phosphor in den thieriſchen Knochen enthalten ſey**), und Scheele***) lehrte bald das Verfahren, ihn aus den Knochen abzuſcheiden. Jetzt wird der Phosphor allgemein auf dieſe Art bereitet. Das im Anfange dieſes Abſchnittes beſchriebene Verfahren rührt von Fourcroy und Vauquelin her: es unterſcheidet ſich von dem Scheeliſchen, wie in der Folge gezeigt werden ſoll, in mehreren Stücken.

Eigenſchaften deſſelben. 1. Wenn der Phosphor rein iſt, ſo iſt er halbdurchſichtig und von gelblicher Farbe, hat er aber einige Zeit im Waſſer gelegen, ſo wird er auswendig undurchſichtig, und hat dann ſehr viel Aehnlichkeit mit weißem Wachſe. In Rückſicht der Koſiſtenz nähert er ſich gleichfalls dem Wachſe ſehr. Er läßt ſich mit einem Meſſer ſchneiden, und auch mit den Fingern ſtückweiſe abkneifen. Im Waſſer

---

*) Misc. Berol. 1740 III. 249. und Mem. de l'Acad. de Berlin 1746. 289.

**) Bergman's Anmerkungen zu Scheffer.

***) Scheele phyſ. chem. Werke. B. I. S. XXXIX. Crell ſagt in ſeiner Lebensbeſchreibung von Scheele ausdrücklich: „Auch ſind wir ihm das Meiſterſtück chemiſcher Zerlegungs„kunſt, die Scheidung der Phosphorſäure aus den Knochen ſchul„dig, wie aus einem gedruckten Briefe von Scheele an Gahn, „der ſonſt für den Erfinder gehalten wurde, deutlich erhellet.

„Die Zeit, wenn dieſe wichtigen Entdeckungen gemacht wur„den, läßt ſich, nach den angegebenen Umſtänden, nicht genau „ausmachen."

iſt er unauflösslich. Sein mittleres ſpecifiſches Gewicht beträgt 1,770.

2. Er ſchmilzt bei einer Temperatur von 99° *). Man muß ja nicht außer Acht laſſen, den geſchmolzenen Phosphor unter Waſſer zu halten, denn er iſt ſo entzündlich, daß er nicht wohl bei dem Zutritte der freien Luft geſchmolzen werden kann, ohne ſich zu entzünden. Wenn der Phosphor friſch bereitet iſt, ſo iſt er ſtets ſchmutzig, indem er mit Kohlenſtaub und andern Unreinigkeiten vermiſcht iſt. Man befreiet ihn hievon, wenn man ihn unter Waſſer ſchmilzt, und dann durch ein Stück reine Gemshaut durchpreßt. Er läßt ſich in Stängelchen formen, wenn man ihn in einem gläſernen Trichter mit langer Röhre, die am Ende mit einen Korke verſchloſſen iſt, ſchüttet, und das Ganze in warmes Waſſer taucht. Der Phosphor ſchmilzt, und nimmt die Geſtalt der Röhre an. Nach dem Erkalten kann man ihn ſehr leicht mit einem Stückchen Holz herausſtoßen.

Wird der Zutritt der Luft abgehalten, ſo verdunſtet der Phosphor bei 219°, und kocht bei 554° **).

Brennt, wenn er der Luft ausgeſetzt iſt.

3. Iſt der Phosphor der athmosphäriſchen Luft ausgeſetzt, ſo ſtößt er, wenn die Temperatur nicht unter 43° iſt, einen weißen Dampf aus, der nach Knoblauch riecht und im Finſtern leuchtet. Dieſer Dampf wird um ſo häufiger, wenn die Temperatur höher wird, er wird durch das allmählige Verbrennen des Phosphors veranlaßt, der nach und nach gänzlich verſchwindet.

4. Wird ein Stückchen Phosphor in eine gläſerne, mit

---

*) Pelletier Journal de Physipue XXXV, 380.

**) Ibid. pag. 381.

Sauerſtoffgas gefüllte Flaſche gebracht, ſo löſt das Gas bei einer Temperatur von 60° einen Theil des Phosphors auf; allein der Phosphor fängt nicht eher an zu leuchten, als bis die Temperatur bis auf 80° erhöht worden iſt *). Hieraus erſiehet man, daß der Phosphor in der athmosphäriſchen Luft bei einer niederern Temperatur brennt, als im Sauerſtoffgas. Dieſes langſame Verbrennen des Phosphors bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre macht es nöthig, daß man ihn in mit Waſſer angefüllten Flaſchen aufbewahre. Eigentlich muß das Waſſer, deſſen man ſich zu dieſem Zwecke bedient, vorher gekocht werden, um die geringe Menge Luft auszutreiben, welche in demſelben gewöhnlich enthalten iſt. Die Flaſchen müſſen an einem dunkeln Orte aufbewahrt werden; denn, wenn der Phosphor dem Lichte ausgeſetzt iſt, ſo nimmt er bald eine weiße Farbe an, die allmählig in eine dunkelbraune übergeht. So verändert nennen ihn die franzöſiſchen Chemiſten Phosphoroxyde, weil ſie behaupten, daß er in dieſem Zuſtande nicht mehr reiner, ſondern mit einer geringen Menge Sauerſtoff verbundener Phosphor ſey. Friſch bereiteter Phosphor enthält ſtets etwas von dieſem Phosphoroxyde, man kann letzteres aber leicht dadurch abſcheiden, wenn man die Miſchung in Waſſer taucht, deſſen Temperatur ungefähr 100° iſt. Der Phosphor ſchmilzt, während das Oxyde unverändert zurückbleibt, und letzteres ſchwimmt auf der Oberfläche des geſchmolzenen Phosphors.

Steinacher hat die Bemerkung gemacht, daß wenn man Phosphor in eine gläſerne Röhre bringt, und ihn einer Temperatur von 211° ausſetzt, er anfange zu leuchten, und

*) Fourcroy et Vauquelin Annales de Chemie XXI, 196.

weiße Dämpfe ausſtoße, die ſich in dem obern Theile der Röhre verdichten. Dieſe weißen Dämpfe betrachtete er als ein Phosphoroxyde. Der Luft ausgeſetzt, entzündet es ſich, zieht Feuchtigkeit an, und wird in phosphorichte Säure verwandelt (Man ſehe Ann. de Chim. Vol. XLVII. pag. 104). Es iſt äußerſt wahrſcheinlich, daß der Phosphor in dieſem Zuſtande eines Oxyde im phosphorhaltigen Waſſerſtoffgaſe enthalten iſt.

Das Verbrennen verwandelt ihn. 5. Wird der Phosphor bis 148° erhitzt, ſo entzündet er ſich, brennt mit einer ſehr hellen Flamme und ſtößt eine große Menge eines weißen Dampfes aus, der im Finſtern leuchtet; zu gleicher Zeit verbreitet er einen Geruch, der einige Aehnlichkeit mit dem des Knoblauchs hat. Er verbrennt ohne einen Rückſtand zu laſſen; allein der weiße Dampf verhält ſich, wenn er geſammelt wird, wie eine Säure. Stahl hielt dieſe Säure für Salzſäure *). Nach ihm iſt der Phosphor eine Zuſammenſetzung aus Salzſäure und Phlogiſton, und das Verbrennen deſſelben beſtand, ſeiner Meinung zufolge, in einer Abſcheidung des letzteren. Er verſicherte ſogar, daß um Phosphor zu machen, nichts weiter erforderlich ſey, als Salzſäure mit Phlogiſton zu verbinden; und daß dieß keine größere Schwürigkeiten mache, als bei dem Schwefel **).

Dieſe Behauptungen fanden unbedingten Glauben, und man beredete ſich, daß man die Zuſammenſetzung und Natur des Phosphors vollkommen kenne, bis Markgraf im Jahre

*) Dieſe Säure ſoll in der Folge beſchrieben werden.
**) Stahls dreihundert Verſuche.

Jahre 1740 ſeine Verſuche bekannt machte. Dieſer ausgezeichnete Mann, welcher den berühmten Naturforſchern beigezählt werden muß, die vorzüglich zu dem ſchnellen Wachsthume der Chemie beigetragen haben, verſuchte Phosphor dadurch zuſammenzuſetzen, daß er Salzſäure mit Phlogiſton in Verbindung brachte. Ungeachtet er aber ſeine Verſuche auf unzählige Art abänderte, die Säure in ſehr verſchiedenem Zuſtande wählte, und eine Menge von Subſtanzen verſuchte, um aus ihnen das Phlogiſton zu erhalten, ſo mißglückten doch alle ſeine Verſuche, und er ſahe ſich genöthigt, dieſes Vorhaben als unerreichbar aufzugeben. Als er die durch das Verbrennen des Phosphors erhaltene Säure unterſuchte, ſo fand er, daß ſie ſich in ihren Eigenſchaften weſentlich von der Salzſäure unterſcheide. Sie war demnach eine eigenthümliche Subſtanz. Man gab ihr den Nahmen Phosphorſäure; und erklärte den Phosphor für eine Zuſammenſetzung aus dieſer Säure und Phlogiſton.

in Phosphorſäure.

Im Jahre 1772 wurde aber von Morveau *) die Bemerkung gemacht, daß die Phosphorſäure mehr wiege, als der Phosphor, aus dem ſie erhalten würde **), und Boyle hatte ſchon früher gezeigt, daß der Phosphor nur beim Zutritte der athmoſphäriſchen Luft brenne. Dieſe Thatſachen zeigten zur Genüge, wie unrichtig die Vorſtellungen von der Zuſammenſetzung des Phosphors wären; doch blieben die hiebei ſtattfindenden Schwürigkeiten ungelöſt, bis Lavoiſier jene merkwürdigen Verſuche bekannt machte, welche ſoviel

*) Digress. Acad. p. 253.

**) Dieſelbe Bemerkung hatte ſchon früher Markgraf gemacht, allein man hatte ſie keiner Aufmerkſamkeit gewürdigt.

Licht über die Natur und Zuſammenſetzung der Säuren verbreiten *).

Wie Phosphor, mit Sauerſtoff verbunden iſt.

Er machte, vermittelſt einer Luftpumpe, eine gläſerne Kugel luftleer, und nachdem er auf das genaueſte ihr Gewicht beſtimmt hatte, füllte er ſie mit Sauerſtoffgas, und brachte hundert Gran Phosphor in dieſelbe. Die Glaskugel war mit einem Hahne verſehen, durch welchen man nach Belieben Sauerſtoffgas zulaſſen konnte. Der Phosphor wurde mit Hülfe eines Brennglaſes entzündet. Das Verbrennen ging ſehr raſch von Statten, und war mit einer lebhaften Flamme unter Entwicklung einer ſtarken Hitze vergeſellſchaftet. An die innere Fläche der Kugel ſetzte ſich eine große Menge weißer Flocken an, und machte ſie undurchſichtig; dieſe wurden zuletzt ſo häufig, daß ungeachtet des ſteten Zufluſſes von Sauerſtoffgas der Phosphor erloſch. Nachdem die Kugel abgekühlt war, wurde ſie, ehe man ſie öffnete, gewogen. Die Menge von Sauerſtoffgas, ſowie des Phosphors, die während des Verſuches verbraucht worden waren, wurden auf das genaueſte gewogen, eben ſo wurde das Gewicht des Phosphors, der noch unverändert vorhanden war, beſtimmt. Die weißen Flocken, welche reine Phosphorſäure waren, wogen genau ſoviel, als der Phosphor und das Sauerſtoffgas, welche während dem Verſuche verſchwunden waren. Die Phosphorſäure muß demnach aus der Verbindung dieſer beiden Subſtanzen entſtanden ſeyn; denn das abſolute Gewicht aller Ingredienzen war vor und nach dem Verſuche genau daſſelbe **). Es iſt

*) Mem. Par. 1778 und 1780.

**) Lavoisier, Traité elem. Part. I. Chap. V.

mithin unmöglich, daß der Phosphor aus Phosphorſäure und Phlogiſton zuſammengeſetzt ſeyn könne, da der Phosphor ſelbſt in die Zuſammenſetzung dieſer Säure eingeht.

Das Verbrennen des Phosphors beſteht demnach eben ſo, wie beim Schwefel, aus einer Verbindung des Sauerſtoffes mit dieſen Subſtanzen: denn während dem Verſuche kömmt außer der Säure, deren Bildung freilich mit vieler Hitze und Licht vergeſellſchaftet iſt, keine ander Subſtanz zum Vorſcheine.

Phosphorhaltiger Schwefel. 6. Der Phosphor verbindet ſich, wie Markgraf b. ſeinen Verſuchen über den Phosphor gefunden hat, ſehr leicht mit dem Schwefel. Dieſe Verbindung iſt in der Folge von Pelletier unterſucht worden. Beide Subſtanzen laſſen ſich in ſehr verſchiedenen Verhältniſſen mit einander verbinden. Werden 72 Grane Phosphor und 9 Gran Schwefel in ungefähr 4 Unzen Waſſer erhitzt, ſo ſchmelzen ſie bei einer gelinden Hitze. Die Zuſammenſetzung bleibt bis zur Temperatur von 77° flüſſig, dann wird ſie feſt *). Dieſe Subſtanzen wurden auf dieſelbe Art in folgenden Verhältniſſen verbunden:

4 Phosphor, 1 Schwefel } werden feſt bei 59°.

*) Es iſt einige Vorſicht bei der Bereitung dieſer Zuſammenſetzung nöthig; denn wenn ſie zu heftig erhitzt wird, ſo explodirt ſie mit großer Heftigkeit, dringt aus dem Gefäße heraus, treibt alles Waſſer vor ſich her, und brennt mit lebhaftem Glanze. Die Exploſion rührt von der ſchnellen Bildung zweier Gasarten her, die in der Folge beſchrieben werden ſollen. Man nennt ſie ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas und phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas.

4 Phoſphor 2 Schwefel	werden feſt bei 50°.
4 Phoſphor 4 Schwefel	. . 41°.
4 Phoſphor 12 Schwefel	. . 99°.

Waltet der Phosphor vor, ſo heißt die Zuſammenſezzung phosphorhaltiger Schwefel; waltet der Schwefel vor, ſo heißt ſie ſchwefelhaltiger Phosphor.

Phosphor und Schwefel laſſen ſich auch ohne Waſſer zuſammenſchmelzen; allein die Verbindung erfolgt ſo raſch, daß die Miſchung aus dem Gefäße herausſtrömt: man muß daher ein ſehr mäßiges Feuer geben*).

7. Der Phosphor verbindet ſich gleichfalls mit vielen andern Subſtanzen: man nennt dieſe Verbindungen phosphorhaltige Zuſammenſetzungen.

8. Wird der Phosphor innerlich gebraucht, ſo iſt er giftig **). In ſehr kleinen Gaben (etwa von einem Viertel Gran) ſoll er, wenn er ſehr fein zertheilt iſt, nach Leroi, äußerſt wirkſam ſeyn, die durch ſinnliche Ausſchweifungen geſunkenen Kräfte wieder herzuſtellen ***); ich glaube, daß dieſes nichts anders ſagen will, als daß er ein Aphrodiſiakum ſey.

Die Verwandſchaften des Phosphors ſind bis jetzt noch nicht ausgemittelt worden.

*) Pelletier Jour. de Phys. XXXV. 382.

**) Ann. de Chim. XXV. 87.

***) Nicholson's Journ. III. 85.

Dritter Abſchnitt.

Von dem Kohlenſtoffe oder dem Diamanten.

Verfahren Kohle zu bereiten. Wird ein Stück Holz in einen Schmelztiegel gethan, gehörig mit Sand überdeckt, und einige Zeit rothglühend erhalten, ſo wird es in eine ſchwarze, glänzende, zerbrechliche Subſtanz, die weder Geruch noch Geſchmack hat, verwandelt, die unter dem Nahmen Kohle allgemein bekannt iſt. Was man ſich auch für einer Holzart zur Bereitung der Kohle bedient, ſo beſitzt dieſe dennoch dieſelben Eigenſchaften, wofern man nur das Holz eine Stunde lang in einem bedeckten Schmelztiegel der Hitze einer Schmiedeeſſe ausſetzt *).

Eigenſchaften derſelben. 1. Die Kohle iſt im Waſſer unauflösslich. Die größte Hitze, die man hervorbringen kann, zerſtört ſie nicht (nur muß alle Feuchtigkeit, ſo wie der Zutritt der Luft, davon abgehalten werden); ſie wird dadurch nur härter und glänzender.

Sie iſt ein vortrefflicher Leiter der Elektricität, und beſitzt außerdem viele Eigenſchaften, die ihren Gebrauch äußerſt wichtig machen. Sie fault und verrottet nicht wie Holz, und wird daher durch die Zeit nicht zerſtört. Dieſe Eigenſchaft iſt ſeit den älteſten Zeiten bekannt. Man pflegt deswegen die Außenſeite derjenigen Pfähle, die man in den feuchten Boden, oder in das mit Waſſer bedeckte Erdreich einſchlägt, zu verkohlen, um ſie dadurch gegen das Verderben zu ſichern. Wird friſch gebrannte Kohle in Zeuge, die einen

*) Wenn man dieſe Vorſicht nicht anwendet, ſo finden weſentliche Unterſchiede in den Eigenſchaften der Kohle ſtatt. Die Urſache davon wird in dem dritten Kapitel des zweiten Buches dieſes Werkes angegeben werden.

unangenehmen Geruch angenommen haben, eingewickelt, ſo wird dieſer dadurch zerſtört. Wird ſie mit Speiſen, die anfangen in Fäulniß überzugehen, gekocht, ſo nimmt ſie ihnen das üble Anſehn und den unangenehmen Geruch. Sie iſt vielleicht das beſte bekannte Zahnpulver. Lowitz hat gezeigt, daß man ſich ihrer mit großem Vortheile als Reinigungs- und Klärungsmittel bei vielen Subſtanzen bedienen könne.

Abſorbirt Waſſer, Luft und Sauerſtoff.

2. Friſch bereitete Kohle ſaugt begierig Feuchtigkeit ein. Wird ſie bis zu einer gewiſſen Temperatur erhitzt, ſo abſorbirt ſie eine beträchtliche Menge athmoſphäriſcher Luft. La Metherie tauchte eine glühende Kohle in Queckſilber, um ſie auszulöſchen, und brachte ſie hierauf unmittelbar in ein gläſernes Gefäß, das mit athmoſphäriſcher Luft angefüllt war. Die Kohle abſorbirte eine Menge Luft, die ihrem Volumen vierfach genommen gleich war. Würde die Kohle in Waſſer getaucht, ſo entwich ein Fünftheil der abſorbirten Luft. Bei der Unterſuchung fand man, daß die aus der Kohle ausgeſchiedene Luft eine weit geringere Menge Sauerſtoff enthielt, als die athmoſphäriſche. Eine andere Kohle wurde auf dieſelbe Art getödtet, und hierauf in ein, mit Sauerſtoff angefülltes Gefäß gebracht. Die Menge des abſorbirten Sauerſtoffgaſes, war dem achtfachen Volumen der Kohle gleich. Beim Eintauchen der Kohle in Waſſer entwich der vierte Theil der abſorbirten Luft *).

Dieſe Eigenſchaft der friſchbereiteten Kohle Luft zu abſorbiren iſt von Fontana, Prieſtley, Scheele und Morveau beobachtet worden; allein Morozzo war der erſte

*) Jour. de Phys. XXX. 309.

Naturforſcher, der eine Reihe genauer Verſuche über dieſen Gegenſtand bekannt gemacht hat. Er tauchte eine rothglühende Kohle, die zwölf Linien lang war, und acht Linien im Durchmeſſer hatte, in ein mit Queckſilber angefülltes Gefäß, und, ließ ſie hierauf in eine gläſerne Röhre, die über dem Queckſilber aufgeſtellt war, ſteigen. Die Röhre war 144 Linien lang, hatte 12 Linien im Durchmeſſer, und war mit athmosphäriſcher Luft angefüllt. Das Queckſilber ſtieg um 42 Linien, folglich waren $\frac{1}{3{,}4}$ von der Luft abſorbirt worden. Bediente man ſich des Sauerſtoffgaſes ſtatt der athmosphäriſchen Luft, ſo wurde nur $\frac{1}{6{,}4}$ vom Volumen der Luft abſorbirt *).

Dieſe Verſuche ſind kürzlich nach einem größeren Maaßſtabe von Rouppe, Profeſſor der Chemie zu Rotterdam in Verbindung mit dem Doctor Van Noorden wiederhohlt worden. Sie füllten einen kupfernen Cylinder, der luftdicht war, mit rothglühenden Kohlen an, kühlten ihn unter Waſſer ab, und brachten ihn unter eine gläſerne, mit Luft angefüllte Glocke. Siebzehn Kubikzoll Kohle abſorbirten in fünf Stunden 48 Kubikzoll, oder $\frac{1}{2{,}8}$ ihres Volumens an Luft: dieſelbe Menge Kohle abſorbirte in 12 Stnnden 46 Kubikzoll Sauerſtoffgas, oder $\frac{1}{2{,}7}$ ihres Volumens **). Dieſe Abſorbtion iſt weit beträchtlicher, als ſich nach früheren Verſuchen erwarten ließ.

*) Jour. de Phys. 1783.

**) Ann. de Chim. XXXII, 3.

Reinigung der Kohle.

Aus Sennebier's Verſuchen hatte man gefolgert, daß die der athmoſphäriſchen Luft ausgeſetzte Kohle aus dieſer eine größere Menge Sauerſtoffgas, als Stickgas, das den anderen Beſtandtheil der Athmoſphäre ausmacht, abſorbirt *). Rouppe und Van Noorden haben aber gezeigt, daß dieſes ſich nur dann ereignet, wenn die Kohle glühend iſt: kalte Kohle abſorbirte, ihren Erfahrungen zufolge die athmoſphäriſche Luft unverändert. Die gewöhnliche Kohle, welche durch Verbrennen des Holzes erhalten wird, iſt nicht gänzlich rein, man kann ihr aber die Unreinigkeiten dadurch entziehen, daß man ſie pulvert, wiederholentlich mit reinem Waſſer wäſcht, und ſie dann vermittelſt einer heftigen Hitze in verſchloßenen Gefäßen trocknet.

Wird durch Verbrennen in kohlenſaures Gas verwandelt.

3. Wird Kohle ungefähr bis auf 802° **) erhitzt, oder wird ſie zu einer Temperatur von 700° erhoben, und dann in Sauerſtoffgas getaucht, ſo entzündet ſie ſich: Hat man ſie vorher von den Erden und Salzen, welche ſie gewöhnlich enthält, befreit, oder nimmt man Lampenſchwarz, welches beinahe ganz reine Kohle iſt, ſo verbrennt ſie ohne einen Rückſtand zu laſſen. Verrichtet man dieß Verbrennen in verſchloßenen, mit Sauerſtoffgas, ſtatt mit athmoſphäriſcher Luft, angefüllten Gefäßen, ſo verſchwindet ein Theil der Kohle und des Sauerſtoffgaſes, und man findet an ihrer ſtatt eine eigenthümli-

*) Jour. de Phys. XXX. 308.

**) Ich ſchätzte dieſe Temperatur, indem ich die Zeit beſtimmte, in welcher eine Kohle auf einer eiſernen Platte, die bis zum Rothglühen erhitzt war, zu brennen aufhört, und indem ich das Verhältniß des Abkühlens nach Newton's Methode, die in der Folge beſchrieben werden ſoll, berechnete.

che Gasart, die jenen beiden Beſtandtheilen vollkommen gleich iſt. Dieſes Gas hat die Eigenſchaften einer Säure, die, da ſie in einem gasförmigen Zuſtande erſcheint, kohlenſaures Gas genannt worden iſt. Lavoiſier, dem wir dieſe Entdeckung verdanken, mittelte durch eine zahlreiche Menge von Verſuchen aus, daß das kohlenſaure Gas eine Zuſammenſetzung aus 28 Theilen Kohle, und 72 Theilen Sauerſtoff ſey *).

Zuſammenſetzung der Kohle.

Lavoiſier ſetzte voraus, daß die Kohle eine einfache Subſtanz ſey, und nannte ſie daher, um dieſes zu bezeichnen Kohlenſtoff, (carbonne). Andere Naturforſcher waren aber der Meinung, daß die Kohle ein zuſammengeſetzter Körper wäre, und aus Kohlenſtoff und Sauerſtoff beſtehe. Die Richtigkeit dieſer Meinung, welche, ſoweit ich mich erinnere, zuerſt Dr. Bancroft **) aufgeſtellt hat, iſt kürzlich durch die Verſuche von Guyton Morveau außer allen Zweifel geſetzt worden.

Eigenſchaften des Diamanten.

4. Der Diamant iſt ein Edelſtein, der ſeit den früheſten Zeiten bekannt iſt. Iſt er rein, ſo iſt er durchſichtig, wie ein Kryſtall, allein ungleich glänzender. Er kommt in ſehr abweichender Geſtalt vor; gewöhnlich iſt er kryſtalliſirt, und zwar als ein ſechsſeitiges Prisma, das von einer ſechsſeitigen Pyramide begränzt wird. Er iſt der härteſte von allen bekannten Körpern; noch ſo wohl gehärteter Stahl greift ihn nicht an, Diamantpulver kann nur dadurch erhalten werden, daß man einen Diamanten gegen den andern reibt. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt ungefähr 3,5. Er iſt ein Nichtleiter der Elektricität.

---

*) Mem. Par. 1781. pag. 447.

**) Philosophy of Permanent Colours I, 48.

Iſt ver-
brennlich.

5. Weil eine beträchtliche Hitze keine Wirkung auf den Diamanten hervorbringt, ſo hielt man ihn lange Zeit für unverbrennlich. Da Newton die Beobachtung machte, daß brennbare Körper das Licht ſtärker brechen, als andere, und da er fand, daß der Diamant dieſe Eigenſchaft in einem vorzüglich hohen Grade beſitze, ſo ſchloß er, daß derſelbe gleichfalls ein verbrennlicher Körper ſey. Dieſe ſonderbare Vermuthung wurde im Jahre 1694 durch die Florentiner Akademiſten in Gegenwart von Cosmus II, Großherzoge von Florenz, außer Zweifel geſetzt. Sie verbrannten mit Hülfe eines Brennglaſes mehrere Diamanten. Der Römiſche Kaiſer, Franz I. bewerkſtelligte in der Folge die Zerſtörung mehrerer anderen durch Ofenfeuer. Dieſe Verſuche wurden von Rouelle, Macquer und Darcet wiederhohlt. Sie beſtätigten, daß unter dieſen Umſtänden der Diamant nicht als Dunſt entweiche, ſondern wirklich verbrenne, und daß er, wenn der Zutritt der Luft völlig abgehalten werde, keine Veränderung erleide *).

und bildet
kohlenſau-
res Gas.

Erſt um das Jahr 1772 fing man an, die bei dieſem Verbrennen erhaltenen Produkte näher zu unterſuchen. Lavoiſier zeigte in einer in dieſem Jahre bekannt gemachten Abhandlung, daß beim Verbrennen des Diamanten kohlenſaures Gas erhalten werde, und daß eine auffallende Aehnlichkeit zwiſchen ihm und der Kohle ſtatt finde **). Im Jahre 1785 machte Guyton Morveau die Bemerkung, daß der Diamant verbrenne, wenn man ihn in geſchmolzenen Salpeter fallen läßt, daß er, bei dieſem

*) Mem. Par. 1766. 1770. 1771. 1772.

**) Laroisier III, 160.

Verbrennen keinen Rückſtand laſſe, und ſich hierbei ganz wie Kohle verhalte *). Dieſe Verſuche wurden im Jahre 1797 von Tennant mit größerer Genauigkeit wiederhohlt **). Seine Erfahrungen führten ihn zu den Folgerungen, daß das ganze Produkt des Verbrennens beim Diamanten kohlenſaures Gas ſey; daß ein beſtimmtes Gewicht Diamant genau ſo viel kohlenſaures Gas liefere, als eine gleiche Menge Kohle; und daß Diamant und Kohle völlig aus denſelben Beſtandtheilen beſtehen.

Unterſcheidet ſich von der Kohle. 6. Der Schluß, daß der Diamant nichts anderes, als Kohle ſey, ſchien dem, was der Augenſchein bei Vergleichung beider Subſtanzen lehrt, gänzlich zu widerſprechen. Die Farbe, Härte, das ſpecifiſche Gewicht und die elektriſchen Eigenſchaften ſind bei beiden ausnehmend verſchieden. Selbſt in Rückſicht des Verbrennens finden bei beiden auffallende Unterſchiede ſtatt. Die Kohle entzündet ſich bei der Rothglühhitze, und iſt ſie einmal entzündet, ſo brennt ſie in Sauerſtoffgas ſo lange fort, bis ſie gänzlich verzehrt worden. Der Diamant hingegen muß, ehe er zu brennen anfängt, den durch ein großes Brennglas verdichteten Sonnenſtrahlen, oder einer Temperatur, die nicht weniger, als 5000° ***) beträgt, ausgeſetzt werden; auch

*) Encyc. Method. Chim. I, 742.

**) Phil. Trans. 1797. p. 123.

***) Herr George M'Kenzie fand hingegen, daß der Diamant, wenn er unter einer Muffel bis zum 14ten oder 15ten Grad nach Wedgoword's Pyrometer erhitzt wird, brenne; dieſe Temperatur iſt aber beträchtlich niedriger, als von 5000° Fahrenheit. *Nicholson's* Journal. IV, 104. Da dieſer Verſuch in der Abſicht angeſtellt wurde, um genau die Temperatur zu beſtimmen, bei welcher der Diamant brennt, ſo iſt ſie zuverläſſiger, als die

dann verzehrt er ſich nur langſam, und hört in demſelben Augenblicke auf zu brennen, wenn das Brennglas hinweggenommen wird. Die Oberfläche deſſelben, nimmt eine ſchwarze, der Kohle ähnliche Farbe an; dieſe Rinde wird bald verzehrt, und an ihre Stelle tritt eine andere. Auf dieſe Art verſchwand bei Morveau's Verſuchen in dem Focus des berühmten Tſchirnhauſenſchen Brennglaſes ein Diamant, der 3,089 Gran (Troy Gewicht) wog, allmählich binnen der Zeit von 1 Stunde 40 Minuten, während das der Sonne ausgeſetzte Thermometer 104 Grad zeigte.

Morveau fand, daß ein Theil Diamant ſich während dem Verbrennen mit 4,592 Theilen Sauerſtoff verbindet, und daß das dadurch gebildete kohlenſaure Gas 5,592 Theile wieget. Folglich beſteht das kohlenſaure Gas aus einem Theile Diamant, und 4,592 Theilen Sauerſtoff; oder was daſſelbe iſt, 100 Theile kohlenſaures Gas ſind zuſammengeſetzt aus:

16,88 Diamant.
82,12 Sauerſtoff.
100,00 **).

Lavoiſier mittelte aber aus, daß ſich ein Theil Kohle beim Verbrennen mit 2,5714 Theilen Sauerſtoff verbinde, und 3,5714 Theile kohlenſaures Gas liefere. Demnach beſtehen 100 Theile kohlenſaures Gas aus:

28 Kohle.
72 Sauerſtoff.
100

von Morveau, der die Data nicht angiebt, welche er bei ſeiner Schätzung zum Grunde legte.

*) Ann. de Chim. XXXI, 90. **) Ann. de Chim. XXXI, 99.

Allein 100 Theile kohlenſaures Gas beſtehen gleichfalls, wie oben bemerkt wurde, aus 17,88 Diamant und 82,12 Sauerſtoff. Wir haben daher folgende Gleichung:

Diamant.		Sauerſtoff.		Kohle.		Sauerſtoff
17,88	+	82,12	=	28	+	72.

Wenn man demnach auf beiden Seiten der Gleichung 72 Theile Sauerſtoff abzieht, ſo erhält man:

Diamant.		Sauerſtoff.		
17,88	+	10,12	=	28 Kohle.

Dies will ſoviel ſagen, daß 28 Theile Kohle aus 17,88 Diamant, und 10,12 Sauerſtoff beſtehen. Mithin ſind 100 Theile Kohle zuſammengeſetzt aus:

63,85 Diamant.
36,15 Sauerſtoff.

100,00.

Der Diamant iſt reiner Kohlenſtoff.

Wir ſehen demnach, daß der Diamant und die Kohle verſchiedene Eigenſchaften beſitzen. Erſterer iſt eine einfache Subſtanz, die Kohle iſt alſo eine Zuſammenſetzung aus Diamant und Sauerſtoff, oder ſie iſt das, was die franzöſiſchen Chemiſten ein Oxyde des Diamantes nennen. Der Diamant iſt demnach diejenige Subſtanz in ihrer Reinheit, welche Lavoiſier und ſeine Anhänger Kohlenſtoff nannten; Kohle iſt nicht, wie ſie vorausſetzten, Kohlenſtoff, ſondern ein Kohlenſtoff-oxyde.

Kohlenſtoff-haltige Verbindungen.

6. Die Kohle verbindet ſich mit ſehr vielen Subſtanzen, welche den Nahmen der kohlenſtoffhaltigen Verbindungen erhalten haben; noch iſt aber die Ordnung, in welcher die verſchiedenen Subſtanzen ſich in Rückſicht ihrer Verwandſchaft gegen die Kohle folgen, nicht

ausgemittelt worden. Ich kann hier nur von den zwei Zuſammenſetzungen, welche die Kohle mit dem Schwefel und Phosphor bildet, handeln, da erſt von dieſen beiden Stoffen im vorhergehenden geredet wurde.

Kohlenſtoffhaltiger Schwefel. 7. Man glaubte ſonſt immer, daß ſich der Schwefel nicht mit der Kohle verbinde: allein Desormes und Clement, zwei franzöſiſche Chemiſten, die mit beſonderer Aufmerkſamkeit die Eigenſchaften der Kohle verfolgt haben, haben kürzlich ein Verfahren angegeben, dieſe Verbindung zu bewirken. Man füllt eine porcellanene Röhre mit Kohle, und leitet ſie ſo durch einen Ofen, daß das eine Ende derſelben beträchtlich tiefer liegt, als das andere. An das tiefer liegende Ende kittet man eine weite Glasröhre von ſolcher Länge und Geſtalt, daß ihr unteres Ende auf den Boden einer mit Waſſer angefüllten Flaſche reicht. An das höher liegende Ende der porcellanenen Röhre kittet man eine andere Glasröhre, die mit kleinen Stückchen Schwefel angefüllt iſt, und deren äußerſte Oeffnung ſo verſchloſſen iſt, daß durch ſie zwar ein Drath hindurchgeht, vermittelſt deſſen man den Schwefel vorwärts ſtoßen kann, allein der äußeren Luft der Zugang verſchloſſen wird. Die porcellanene Röhre, mithin auch die in ihr enthaltene Kohle, werden bis zum Rothglühen erhitzt, und ſo lange in dieſer Temperatur erhalten, als ſich noch Luftblaſen aus der Kohle entwickeln. So wie ſich keine mehr zeigen, ſtößt man langſam den Schwefel Stück für Stück in die porcellanene Röhre. Es geht eine gasförmige Subſtanz durch die gläſerne Röhre hindurch, und verdichtet ſich in dem Waſſer der Flaſche zu einer tropfbaren Flüſſigkeit. Dieſe Flüſſigkeit iſt der kohlenſtoffhaltige Schwefel.

Iſt dieſe Zuſammenſetzung rein, ſo iſt ſie durchſichtig und ohne Farbe. Sie hat einen kühlen, ſtechenden Geſchmack,

und ihr Geruch iſt ſtark und eigenthümlich. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 1,3. Sie verbindet ſich nicht mit dem Waſſer. Bringt man ſie unter die Glocke einer Luftpumpe, und nimmt man die Luft hinweg, ſo dringt ſie in Blaſen durch das Waſſer, und nimmt einen gasförmigen Zuſtand an. Dieſelbe Veränderung findet ſtatt, wenn man ſie in den luftleeren Raum, der im Obertheile einer Barometerröhre befindlich iſt, bringt; ſie wird aber wieder zu einer tropfbaren Flüſſigkeit verdichtet, wenn durch das Eintauchen der Röhre in Queckſilber ein Druck auf ſie hervorgebracht wird.

Der kohlenſtoffhaltige Schwefel brennt leicht, wie Weingeiſt und einige andere entzündliche Flüſſigkeiten. Während dem Verbrennen ſtößt er einen ſchweflichen Geruch aus; es wird Schwefel abgeſetzt, und es bleibt Kohle als Rückſtand. Bringt man eine geringe Menge deſſelben in eine mit Sauerſtoff angefüllte Flaſche, ſo verbindet er ſich allmählig mit dem Sauerſtoffe, und nimmt einen gasförmigen Zuſtand an. Nähert man ein brennendes Licht der Mündung der Flaſche, ſo entzündet ſich die Miſchung augenblicklich, und es erfolgt eine ſo heftige Exploſion, daß das Zerſpringen des Gefäßes zu beſorgen iſt. Auch dann, wenn der kohlenſtoffhaltige Schwefel mit der athmosphäriſchen Luft in Berührung iſt, geht er aus dem tropfbar flüſſigen in einen gasförmigen Zuſtand über. Letztere Miſchung detonirt nicht, wenn ſie entzündet wird, ſondern brennt ruhig.

Der kohlenſtoffhaltige Schwefel löſt den Phosphor mit Leichtigkeit auf. Auch eine kleine Menge Schwefel wird von demſelben aufgenommen; auf die Kohle hingegen äußert er keine Wirkung. (Ann. de Chim. XLII. 136.) *).

---

*) Mit dem von Clemens und Desormes erhaltenen Pro-

8. Der Phosphor kann ſich mit dem Kohlenſtoffe, oder vielmehr mit der Kohle verbinden. Dieſe Zuſammenſetzung, welche

---

dukte ſcheint Lampadius Schwefelalkohol (Grens Neues Journal der Phyſik. B. III. S. 304., und Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. H. II. S. 192.) wenn auch nicht völlig übereinzuſtimmen, doch Aehnlichkeit zu haben.

Lampadius entdeckte dieſes liquide Schwefelprodukt im Jahre 1796, als er Schwefelkies mit Kohle in der Abſicht deſtillirte, um eine größere Menge Schwefel als auf dem gewöhnlichen Wege zu erhalten. In der Folge fand er, daß die Deſtillation des verkieſeten Holzes, ferner von Gemengen aus Holz und Schwefelkies, Braunkohle und Schwefelkies, Steinkohle und Schwefelkies, bituminöſem Holz und Schwefelkies, Kohlenblende und Schwefelkies, daſſelbe Produkt lieferten.

Die Eigenſchaften, welche Lampadius von dieſer Flüſſigkeit angiebt, ſind folgende:

1) Sie beſitzt einen durchdringenden Geruch.

2) Eine ſehr große Flüchtigkeit. Der Schwefelalkohol ſiedet bei 32° Reaum. bei einem Barometerſtande von 26 Zoll 6 Linien. Er erregt bei der Berührung die heftigſte Kälte, und übertrifft in dieſer Hinſicht alle bekannten Flüſſigkeiten.

3) Das ſpecifiſche Gewicht iſt 1,300 (das des Waſſers gleich 1,000 geſetzt).

4) Dieſes Produkt iſt ſehr entzündlich, und zwar durch den ſchwächſten elektriſchen und galvaniſchen Funken. Das Produkt des Verbrennens iſt eine beträchtliche Menge Schwefelſäure, und etwas Waſſer, Kohlenſäure wurde nicht bemerkt. Die Flamme iſt lang, blau und ohne allen Ruß.

5) Es vermiſcht ſich leicht mit dem Weingeiſt.

6) Der Phosphor löſt ſich ohne alle künſtliche Wärme mit großer Schnelligkeit in dieſer Flüſſigkeit auf. Bringt man etwas von dieſer Auflöſung auf Papier, ſo entzündet ſie ſich nach 10 bis 15 Minuten von ſelbſt. Die Auflöſung in Waſſer gegoſſen leuchtet nicht. Bei einer Temperatur von 10° Reaum. ließ ſich leicht ein

welche den Nahmen der phosphorhaltigen Kohle erhalten hat, iſt zuerſt von Prouſt unterſucht worden. Es iſt diejenige rothe Subſtanz, welche zurückbleibt, wenn friſch bereiteter Phosphor durch eine Gemshaut gepreßt wird. Um von ihr eine geringe Menge Phosphor, welche derſelben beigemiſcht iſt, abzuſcheiden, thut man ſie in eine Retorte, und ſetzt ſie einige Zeit einer mäßigen Hitze aus. Was in der Retorte zurück bleibt, iſt die reine phosphorhaltige Kohle. Sie iſt ein leichtes, flockiges Pulver, von einer lebhaften Orangefarbe, und hat weder Geruch noch Geſchmack. Wird ſie unter dem Zutritte der Luft erhitzt, ſo brennt ſie raſch, und es bleibt Kohle zurück. Wird die Retorte, in welcher dieſe Zuſammenſetzung enthalten iſt, bis zum Rothglühen erhitzt, ſo geht der Phosphor über, und die Kohle bleibt zurück. (Ann. de Chim. XXXIV, 44.)

---

ein gleiches Gewicht von Phosphor mit dem Schwefelalkohol verbinden.

7) Er bricht das Licht außerordentlich ſtark.

8) Das Waſſer nimmt nur einen geringen Theil davon in ſich.

Die Gegenwart des Waſſerſtoffes und Schwefels, die als Hauptbeſtandtheile dieſer Zuſammenſetzung angeſehen werden müſſen, iſt aus den angeführten Eigenſchaften keinem Zweifel unterworfen. Problematiſcher iſt das Daſeyn des Kohlenſtoffes. Fernere Verſuche müſſen entſcheiden, in wiefern dieſes Produkt mit dem von Clement und Deſormes erhaltenen kohlenſtoffhaltigen Schwefel übereinkommt, oder ſich davon unterſcheidet. Ein merkwürdiger Unterſchied zwiſchen beiden iſt der, daß das Produkt von Clement und Deſormes nach dem Verbrennen ſchwarze verbrennliche Kohle zurückließ, das von Lampadius hingegen ohne den geringſten Rückſtand verbrannte. Anm. d. U.

Vierter Abſchnitt.
Vom Waſſerſtoffe.

Der vierte und letzte der einfachen, brennbaren Stoffe, zu welchem wir jetzt kommen, läßt ſich durch folgendes Verfahren darſtellen.

In eine Retorte, die bei A eine Oeffnung hat *) (Fig. 7.), ſchütte man einen Theil Eiſenfeile; dann verſchließe man dieſe Oeffnung mit einem Korke, der ſo durchbohrt iſt, daß der gebogene Trichter B durch die Oeffnung luftdicht hindurchgeht. Auch der Kork muß auf das genaueſte der Luft den Ausweg verſchließen. Die Mündung C der Retorte wird unter Waſſer gebracht; und durch den Trichter 2 Theile Schwefelſäure, die vorher mit 4 Theilen Waſſer (dem Volumen nach) verdünnt worden, auf die Eiſenfeile geſchüttet. So wie dieſe mit der Säure in Berührung kommt, erfolgt ein dem Kochen ähnliches Aufbrauſen, und es dringen zur Mündung der Retorte eine große Anzahl Luftblaſen heraus. Man läßt die erſten entweichen, bis man voraus ſetzen kann, daß die athmosphäriſche Luft, welche vorher die Retorte füllte, durch das neugebildete Gas aus der Stelle gedrängt worden ſey. Man ſtellt hierauf eine umgekehrte, mit Waſſer gefüllte Glocke auf das Brett des pneumatiſchen Apparates, ſo, daß ſie genau über der Mündung der Retorte ſteht. Luftblaſen dringen mit Lebhaftigkeit in die Glocke, und füllen ſie bald an. Die durch dieſes Verfahren erhaltene Gasart wird Waſſer-

*) Dergleichen Retorten werden Tubulat-Retorten genannt.

ſtoffgas genannt. Sonſt nannten es die Chemiſten brennbare Luft, einige auch wohl Phlogiſton.

Mayow und Hales erhielten dieſes Gas aus verſchiedenen Subſtanzen, die Bergleute kannten es aber ſchon ungleich früher unter dem Nahmen des feurigen Schwaden. Allein Cavendish muß als der eigentliche Entdecker deſſelben angeſehen werden; er war der erſte, welcher den Unterſchied zwiſchen der athmosphäriſchen Luft und dieſer Gasart zeigte, und der den größten Theil ihrer Eigenſchaften ausgemittelt hat *). Prieſtley, Scheele, Sennebier und Volta haben in der Folge gleichfalls zur genaueren Kenntniß derſelben viel beigetragen.

Eigenſchaften des Waſſerſtoffgaſes.

1. Das Waſſerſtoffgas iſt wie die athmosphäriſche Luft unſichtbar und elaſtiſch, und einer unbeſtimmten Zuſammendrückung und Ausdehnung fähig.

Sein ſpecifiſches Gewicht iſt nach den verſchiedenen Graden ſeiner Reinheit verſchieden. Kirwan fand es 0,00010 **), Lavoiſier 0,000094 ***), oder ungefähr zwölfmal leichter als athmosphäriſche Luft.

2. Alle brennenden Subſtanzen verlöſchen augenblicklich, wenn ſie in dieſe Gasart eingetaucht werden: ſie iſt mithin unfähig das Verbrennen zu unterhalten.

3. Läßt man kleine Thiere dieſes Gas einathmen, ſo ſterben ſie augenblicklich; größere Thiere halten die Einwirkung deſſelben länger aus. Scheele fand, daß er es einige Zeit

---

*) Phil. Trans. LVI. 141.

**) Kirwan on Phlogiston, Sect. I.

***) Lavoisier, Traité elem.

lang ohne große Unbequemlichkeit einathmen konnte *); allein Fontana, welcher dieſen Verſuch wiederhohlte, behauptete, daß dieſes von dem Antheile athmosphäriſcher Luft herrühre, die in dem Zeitpunkte, da er das Waſſerſtoffgas einzuathmen angefangen, in den Lungen vorhanden geweſen ſey; denn wenn er, ehe er das Waſſerſtoffgas einathmete, ſeine Lungen ſo ſehr, als möglich, von athmosphäriſcher Luft leerte, ſo konnte er dieſes Gas nur dreimal nach einander einathmen, und ſelbſt dieſes verurſachte ihm eine außerordentliche Schwäche und Bruſtbeklemmungen **).

Der ſinnreiche Naturforſcher Davy, der ſo manche ſcharfſinnige und wichtige, oft auch gewagte Verſuche über die Reſpiration, und hauptſächlich an ſich ſelbſt angeſtellt

*) Scheele.

**) Jour. de Phys. IV, 99. Pilatre de Rozier beſtätigte öffentlich die Behauptungen von Scheele. Er athmete, ohne Unbequemlichkeit zu empfinden, aus einer Blaſe ſechs bis ſiebenmal nach einander Waſſerſtoffgas ein. Um die Anweſenden zu überzeugen, daß die von ihm eingeathmete Luft wirklich Waſſerſtoffgas ſey, ſo hauchte er nach einem ſtarken Einathmen die Luft durch eine lange Röhre langſam aus. Da er ein brennendes Licht an das andere Ende der Röhre hielt, ſo entzündete ſich das Gas, und brannte einige Zeit lang. Man machte ihm den Einwurf, daß das eingeathmete Gas mit athmosphäriſcher Luft vermiſcht ſey. Um dieſes zu widerlegen, miſchte er einen Theil athmosphäriſcher Luft mit neun Theilen Waſſerſtoffgas, und nachdem er die Miſchung eingeathmet hatte, ſo athmete er ſie auf die oben beſchriebene Art wieder aus. So wie er das Licht der Röhre näherte, erfolgte eine Exploſion, die ſich bis zu dem in ſeinem Munde befindlichen Gas hin erſtreckte, und ihm beinahe alle Beſinnung raubte. Anfänglich glaubte er, daß es ihm alle Zähne aus dem Munde geſchlagen hätte, glücklicher Weiſe trug er aber keinen Schaden davon. Man ſehe Jour. de Phys. XXVIII, 425.

hat, fand, nachdem er freiwillig ſeine Lungen ſo ſehr als möglich von athmosphäriſcher Luft geleert hatte, daß er das Waſſerſtoffgas nur mit der größten Mühe eine halbe Minute lang einathmen konnte. Es verurſachte ihm unangenehme Empfindungen in der Bruſt, augenblicklichen Verluſt der Muskelkräfte, und zuweilen einen vorübergehenden Schwindel *). Leerte er aber vorher ſeine Lunge nicht aus, ſo konnte er es ungefähr eine Minute lang ohne große Unbequemlichkeit einathmen **). War es mit einer beträchtlichen Menge athmosphäriſcher Luft vermiſcht, ſo verurſachte die Reſpiration deſſelben keinen Nachtheil.

Iſt verbrennlich. 4. Füllt man eine Flaſche mit Waſſerſtoffgas und nähert man ein brennendes Licht der Mündung derſelben, ſo entzündet ſich das Gas, und brennt, bis es gänzlich verzehrt iſt. Iſt das Waſſerſtoffgas rein, ſo hat die Flamme eine weiße Farbe; hat aber daſſelbe irgend eine andere Subſtanz, wie es oft der Fall iſt, aufgelöſt, ſo hat nach Verſchiedenheit der Subſtanzen die Flamme verſchiedene Farben. Gewöhnlich iſt die Farbe der Flamme röthlich, weil das Gas etwas Kohle aufgelöſt enthält. Ein rothglühendes Eiſen entzündet das Waſſerſtoffgas gleichfalls. Ich habe durch Verſuchen gefunden, daß die Temperatur, bei welcher ſich dieſes Gas entzündet, ungefähr 1000° beträgt.

Miſcht man reines Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas zuſammen, ſo bleiben ſie unverändert, nähert man aber ein brennendes Licht der Miſchung, oder läßt man einen elektriſchen Funken durch dieſelbe hindurchſchlagen, ſo entzündet ſie

---

*) Davy's Researches. pag. 400.

**) Ibid. pag. 466.

ſich mit erſtaunlicher Heftigkeit, und es erfolgt eine ſehr ſtarke Exploſion. Miſcht man dieſe beiden Gasarten in dem Verhältniſſe, daß man einen Theil Sauerſtoffgas, dem Volumen nach, gegen 2,527 Theile Waſſerſtoffgas, oder genauer, daß man 85 Theile Sauerſtoffgas dem Gewichte nach mit 15 Theilen Waſſerſtoffgas vermiſcht, ſo explodirt die Miſchung, wenn man ſie entzündet, über Waſſer, ohne einen Rückſtand zu laſſen. Entzündet man aber die vermiſchten Gasarten in einem verſchloſſenen Gefäße, ſo findet man ſtatt ihrer nach erfolgter Exploſion, eine Menge Waſſer, deren Gewicht genau dem Gewichte der beiden Gasarten zuſammengenommen gleich iſt. Dieſes Waſſer muß aus den beiden Gasarten zuſammengeſetzt ſeyn; denn es war vorher kein Waſſer in dem Gefäße vorhanden, und keine andere Subſtanz außer den beiden Gasarten zugegen. Das Waſſer iſt demnach aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt, und das Verbrennen des Waſſerſtoffes iſt nichts anders, als die Verbindung deſſelben mit dem Sauerſtoffe *).

Detonirt mit Sauerſtoffgas und bildet Waſſer.

Werden zwei Theile (dem Volumen nach) Waſſerſtoffgas mit 6 Theilen athmosphäriſcher Luft vermiſcht, ſo verknallt die Miſchung mit gleicher Heftigkeit, und nach erfolg-

*) Die Geſchichte dieſer großen Entdeckung, ſo wie die Einwürfe, welche dagegen gemacht worden ſind, ſollen in dem Abſchnitte vom Waſſer vorgetragen werden; ſie werden dort beſſer verſtanden werden, als es hier der Fall ſeyn möchte. Man muß ja nicht außer Acht laſſen, daß Newton lange vorher mit ſeinem faſt mehr als menſchlichen Scharfſinne, aus der großen Kraft, mit welcher das Waſſer die Lichtſtrahlen bricht, vermuthete, daß in ihm eine brennbare Subſtanz enthalten ſey.

ter Exploſion iſt das Volumen der Miſchung auf 5 Theile zurückgebracht. Alles vorhandene Waſſerſtoffgas, ſo wie der in der athmosphäriſchen Luft enthaltene Antheil Sauerſtoffgas, ſind verſchwunden, und es iſt eine Menge Waſſer gebildet worden, deren Gewicht dem Gewichte dieſer beiden Gasarten gleich iſt. Man bedient ſich häufig dieſes Verſuches um die Reinheit des Waſſerſtoffgaſes auszumitteln. Man miſcht zu dieſem Ende athmosphäriſche Luft und das zu prüfende Waſſerſtoffgas in gewiſſen Verhältniſſen in einer graduirten, und an dem einen Ende verſchloßnen Glasröhre, und entzündet die Miſchung durch den elektriſchen Funken. Die Reinheit des Gaſes ſteht mit der erfolgten Verminderung des Volumens im Verhältniß. Iſt z. B. das Volumen von 2 Theilen Waſſerſtoffgas und 6 Theilen athmosphäriſcher Luft nach der Exploſion auf fünf Theile zurückgebracht worden, ſo kann man das Waſſerſtoffgas für rein halten: beträgt hingegen der Rückſtand 6 Theile, ſo war das Waſſerſtoffgas mit fremden Subſtanzen verunreinigt u. ſ. w. Berthollet war der erſte, welcher ſich dieſer Methode bediente, um die Reinheit des Waſſerſtoffgaſes zu erforſchen. Im Grunde hat ſich Volta dieſes Verfahrens früher bedient, wiewohl in einer andern Abſicht *).

5. Man folgerte aus den Verſuchen von Prieſtley und einiger anderen Naturforſcher, daß das Waſſerſtoffgas, welches mit Waſſer in Berührung bleibt, allmählig zerſetzt und in eine andere Gasart verwandelt werde; allein Morveau **), Haſſenfratz ***) und Libes †) haben gezeigt,

*) Crells chem. Ann. 1785. B. II. S. 287.
**) Encyc. Method. Chimie. I. 754.
***) Ann. de Chim. I. 192.
†) Jour. de Phys. XXXVI. 412.

daß, wenn man nur jede andere Gasart ausſchließt, keine Veränderung des Waſſerſtoffgaſes erfolge.

Das Waſſerſtoffgas wird von dem Waſſer, wenn es auch längere Zeit mit demſelben in Berührung iſt, nicht merklich abſorbirt. Bedient man ſich aber eines künſtlichen Drukkes, ſo kann man ein Drittheil (dem Volumen nach) dieſes Gaſes mit dem Waſſer verbinden. Der Geſchmack des mit Waſſerſtoffgas verbundenen Waſſers iſt von dem des reinen Waſſers nicht merklich verſchieden. Paul, der zuerſt dieſe Zuſammenſetzung gemacht hat, bemerkt, daß ſie in inflammatoriſchen Fiebern nützliche Dienſte leiſtet; in der Waſſerſucht hingegen iſt ſie nachtheilig*).

6. Das Waſſerſtoffgas löſt den Schwefel, Phosphor und die Kohle auf. Man nennt dieſe Zuſammenſetzungen ſchwefelhaltiges, phosphorhaltiges und kohlenſtoffhaltiges Waſſſerſtoffgas.

Schwefelhaltiges Waſſerſtoffgas.

I. Wenn man unter eine mit Waſſerſtoffgas gefüllte Glocke Schwefel bringt, und dieſen durch ein Brennglas ſchmilzt, oder wenn man Waſſerſtoffgas durch geſchmolzenen Schwefel hindurch gehen läßt, ſo wird ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas erhalten. Das Waſſerſtoffgas löſt einen Theil des Schwefels auf, und dadurch wird dieſe Zuſammenſetzung hervorgebracht. Ungleich gewöhnlicher als die angegebene iſt übrigens folgende Verfahrungsart, um dieſes Gas zu bereiten.

Man ſchmilzt in einem Schmelztiegel gleiche Theile Eiſenfeile und Schwefel zuſammen; das Produkt iſt eine ſchwarze, ſpröde Maſſe. Dieſes wird zerrieben, und mit einer

---

*) Phil. Mag. XV. 93.

geringen Menge Waſſer in eine mit zwei Oeffnungen verſehene Flaſche geſchüttet. In der einen Oeffnung befeſtigt man eine gebogene Röhre luftdicht, und leitet dieſelbe unter eine mit Waſſer angefüllte Glocke. Durch die andere Oeffnung der Flaſche gießt man Salzſäure in dieſelbe, und verſchließt ſie augenblicklich. Das ſich in großer Menge entwickelnde Waſſerſtoffgas füllt die Glocke an.

Dieſes Gas wurde von Rouelle dem Jüngern im Jahre 1773 unterſucht *), allein Scheele und Bergmann theilten dem Publikum zuerſt eine umſtändliche Nachricht von den Eigenſchaften deſſelben mit, Scheele in ſeiner Abhandlung: Ueber das Feuer, im Jahre 1777 **), und Bergmann in ſeiner Abhandlung: Ueber die künſtlichen heißen Mineralwaſſer ***) im Jahre 1778. Kirwan theilte in dem Jahre 1785, und Berthollet im Jahre 1794 eine Reihe ſehr ſinnreicher Verſuche über dieſen Gegenſtand mit. Lange Zeit führte dieſe Gasart den Nahmen des hepatiſchen Gaſes oder der Schwefelleberluft, weil diejenigen Subſtanzen, aus denen ſie erhalten wurde, ſonſt hepares oder Schwefellebern genannt wurden.

Eigenſchaften deſſelben. Das ſpecifiſche Gewicht des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffgaſes iſt 0,00135. Es verhält ſich zu dem der athmosphäriſchen Luft wie 1106 zu 1000.

Es hat einen ſehr ſtinkenden Geruch, welcher mit dem der faulen Eier (der im Grunde von derſelben Gasart herrührt) die größte Aehnlichkeit hat.

---

*) Fourcroy Syst. des Connoiss. Chim. II. 32.

**) Scheele phyſ. chem. Schr. B. I. S. 239.

***) Bergm. Opusc. I, 233.

Dieſes Gas iſt nicht ſo ſchädlich zum Einathmen, als das Waſſerſtoffgas. Nähert man ihm, wenn es in Berührung mit dem Sauerſtoffgaſe iſt, einen brennenden Körper, ſo brennt es mit einer leichten blauen Flamme; zu gleicher Zeit wird eine beträchtliche Menge Schwefel abgeſetzt. Das Verbrennen dieſes Gaſes beſteht daher nur allein in der Verbindung ſeines Waſſerſtoffes, und vielleicht eines Theiles ſeines Schwefels mit dem Sauerſtoffe.

Das Waſſer abſorbirt dieſes Gas in beträchtlicher Menge; da es aber die Eigenſchaften einer Säure beſitzt, ſo gehört die weitere Auseinanderſetzung ſeiner Eigenſchaften einem anderen Theile dieſes Werkes an *). Thenard hat gefunden, daß 100 Theile deſſelben aus folgenden Beſtandtheilen beſtehen:

70,857 Schwefel.
29,143 Waſſerſtoff **).
100,000.

Dieſes Gas beſitzt auch die Eigenſchaft eine geringe Menge Phosphor aufzulöſen. Um dieſes zu bewerkſtelligen, läßt man Stückchen Phosphor einige Stunden lang mit dieſer Luft in Berührung. Wird athmosphäriſche Luft zu dieſer Zuſammenſetzung hinzugelaſſeu, ſo entſteht eine ſehr voluminöſe blaue Flamme, die offenbar von dem Verbrennen des aufgelöſten Phosphors herrührt, Taucht man die Hand, oder einen Schwamm in dieſelbe, ſo leuchten ſie noch einige Zeit an der athmosphäriſchen Luft ***).

*) Tromsdorf hat ihr den Nahmen der Hydrothion-Säure gegeben.

**) Ann. de Chim. XXXII, 267.

***) Ann. de Chim. XXI. 206.

Phosphor-haltiges Waſſerſtoff-gas.

II. Läßt man Stückchen Phosphor einige Zeit lang mit Waſſerſtoffgaſe in Berührung, ſo wird ein Theil des Phosphors aufgelöſt. Dieſes zuſammengeſetzte Gas, dem Fourcroy und Vauquelin, die Entdecker deſſelben, den Nahmen des phosphoriſirten Waſſerſtoffgaſes gegeben haben, hat einen ſchwachen Geruch nach Knoblauch. Läßt man Blaſen deſſelben in Sauerſtoffgas treten, ſo erfolgt eine ſehr glänzende blaue Flamme, welche durch das ganze, mit Sauerſtoff angefüllte Gefäß geht. Man ſieht ſehr leicht ein, daß dieſe Flamme von dem Verbrennen des aufgelöſten Phosphors herrührt*).

Bringt man Phosphor unter eine mit Waſſerſtoffgas angefüllte Glasglocke, die mit Queckſilber geſperrt worden, und ſchmilzt man den Phosphor vermittelſt eines Brennglaſes, ſo löſt das Waſſerſtoffgas eine größere Menge deſſelben auf. Dieſe neue Zuſammenſetzung hat den Nahmen des phosphorhaltigen Waſſerſtoffgaſes erhalten. Es wurde im Jahre 1783 durch Gengembre**) und im Jahre 1784 von Kirwan, ehe er von Gengembre's Verſuchen Nachricht erhielt, entdeckt. Die ausführlichſte Unterſuchung der Eigenſchaften dieſer Gasart verdanken wir aber Herrn Raymond, der eine Abhandlung im Jahre 1791***), eine andere im Jahre 1800 †) hierüber bekannt gemacht hat. Dieſe verſchiedenen Naturforſcher erhielten dieſe Gasart auf verſchiedenen Wegen, die in der Folge angegeben werden

---

*) Ann. de Chim. XXI. 202.

**) Mem. Sçav. Etrang. X.

***) Ann. de Chim. X, 19.

†) Ann. de Chim. XXXV, 225.

ſollen; auf welche Art ſie aber auch bereitet wird, ſo ſind die Eigenſchaften deſſelben immer die nemlichen.

Dieſes Gas hat einen ſehr ſtinkenden Geruch, der ausnehmend viel Aehnlichkeit mit dem der faulen Fiſche hat. Wird es mit athmosphäriſcher Luft in Berührung gebracht, ſo brennt es mit großer Schnelligkeit: und wird es mit derſelben vermiſcht, ſo detonirt es heftig. Sauerſtoffgas bringt ein noch ungleich lebhafteres und raſcheres Verbrennen deſſelben als die athmosphäriſche Luft zuwege. Läßt man Blaſen von dieſem Gaſe durch Waſſer hindurchgehen, ſo explodiren ſie nach einander, ſo wie ſie die Oberfläche des Waſſers erreichen. Es bildet ſich zu gleicher Zeit ein ſchöner Kranz von weißem Rauche, der ſich langſam bis an die Decke erhebt. Dieſes Gas iſt die verbrennlichſte aller bekannten Subſtanzen. In dieſem Falle erfolgt das Verbrennen ebenfalls durch die Verbindung des Phosphors und Waſſerſtoffes (welche die Beſtandtheile des Gaſes ausmachen) mit dem Sauerſtoffe der Athmosphäre; die Produkte ſind demnach Phosphorſäure und Waſſer. Aus der Miſchung, oder richtiger, aus der Verbindung dieſer beiden Subſtanzen wird der ſich als Kranz erhebende, weiße Dampf gebildet.

Bringt man reines Waſſer mit dieſer Gasart in Berührung, ſo wird bei einer Temperatur zwiſchen 50° bis 60° von derſelben ungefähr der vierte Theil dem Volumen nach aufgelöſt. Die Farbe der Auflöſung hat mit der des Stangenſchwefels Aehnlichkeit; ſie hat einen ſehr bitteren und unangenehmen Geſchmack, und einen ſtrengen, unangenehmen Geruch. Wird ſie bis nahe zum Kochen erhitzt, ſo wird der ganze Antheil des aufgelöſten, phosphorhaltigen Waſſerſtoffgaſes unverändert fortgetrieben, und das Waſſer bleibt

rein zurück. An der athmosphäriſchen Luft ſcheidet ſich der Phosphor allmälig in dem Zuſtande einer Oxyde ab; das Waſſerſtoffgas entweicht, und es bleibt zuletzt nichts, als reines Waſſer übrig †).

Kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas.

III. Das kohlenſtoffhaltige Waſſerſtoffgas, erhebt ſich freiwillig bei heißem Wetter aus dem Grunde ſtehender Gewäſſer, und kann leicht in beträchtlicher Menge aufgefangen werden. Man erhält es gleichfalls, wenn man Kohle in Waſſerſtoffgas ſchüttet, und die Miſchung dem Sonnenlichte ausſetzt *), oder wenn man naſſe Kohlen aus einer Retorte deſtillirt. Läßt man Weingeiſt oder Aether durch eine rothglühende, porcellanene Röhre hindurchgehen, ſo erhält man dieſe Gasart gleichfalls ſo wie durch verſchiedene andere Verfahrungsarten, die in der Folge beſchrieben werden ſollen **). Dieſes Gas wurde ſonſt ſchweres, brennbares Gas genannt.

Volta war der erſte, welcher daſſelbe mit Aufmerkſamkeit unterſuchte. Prieſtley machte bald darauf Verſuche über verſchiedene Arten deſſelben bekannt; allein Lavoiſier ſcheint zuerſt ſeine Zuſammenſetzung ausgemittelt zu haben; die genaueſte Analyſe, die wir übrigens davon beſitzen, rührt von Herrn Cruickſhank aus Woolwich her ***).

In Rückſicht ſeiner Beſtandtheile, mithin auch in ſeinen Eigenſchaften finden beträchtliche Verſchiedenheiten ſtatt, je nachdem das Verfahren verſchieden war, durch welches es erhalten wurde. Es iſt eben ſo wie die athmosphäriſche Luft

---

†) Raymond Ann. de Chim. XXXV. 233.

*) Fourcroy, Syst. des Con. Chim. I, 181.

**) Ann. de Chim. XXI, 48.

***) Nicholson's Journ. V, 1.

unſichtbar und elaſtiſch: es iſt entzündlich wie das Waſſerſtoffgas, und explodirt, wenn es mit Sauerſtoffgas oder athmosphäriſcher Luft gemiſcht und entzündet wird: das Produkt iſt eine Miſchung aus Waſſer und Kohlenſäure. Nimmt man die Exploſion dieſer Gasarten in einer Röhre vor, ſo füllt der Rückſtand einen größeren Raum aus, als die urſprüngliche Miſchung.

Verſchiedene Arten deſſelben. Dasjenige kohlenſtoffhaltige Waſſerſtoffgas, das man aus ſtehenden Waſſern, aus Aether, Kampfer oder aus vegetabiliſchen Subſtanzen erhält, enthält die größte Menge Kohle. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 0,000804. Es verhält ſich zu dem der athmosphäriſchen Luft wie 155 zu 235, oder nahe wie 2 zu 3. Ein Theil Waſſerſtoffgas dem Gewichte nach enthält 5,5 Kohlenſtoff. Nach Cruickſhanck's Analyſe enthalten 100 Theile deſſelben im gewöhnlichen Zuſtande

52,35 Kohle.
9,60 Waſſerſtoff.
38,05 Waſſer im Zuſtande von Waſſerdampfe.
100,00 *).

Dasjenige, welches man durch die Deſtillation naſſer Kohlen erhält, enthält die wenigſte Kohle, und iſt mithin das leichteſte. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 0,000554. Es verhält ſich zu dem der athmosphäriſchen Luft wie 14,5 zu 31, oder beinahe wie 1 zu 2. Es enthält einen Theil (dem Gewichte nach) Waſſerſtoffgas, der zwei Theile Kohle aufgelöſt hat. Hundert Theile dieſes Gaſes ſind zuſammengeſetzt aus:

*) Nicholson's Jour. V. 8.

28 Kohle.
9 Waſſerſtoff.
63 Waſſer.

100.

Das ſpecifiſche Gewicht des aus dem Aether erhaltenen kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſes iſt 0,000787. Es beſteht aus:

45 Kohle.
15 Waſſerſtoff.
40 Waſſer.

100.

Das ſpecifiſche Gewicht des aus dem Weingeiſte erhaltenen Gaſes iſt 0,00063. Es beſteht aus:

44,1 Kohle.
11,8 Waſſerſtoff.
44,1 Waſſer.

100,0.

Dies ſind die Arten des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſes, welche man bis jetzt kennt, mit Ausnahme einer einzigen, die man durch einen eigenthümlichen Proceß, der in der Folge beſchrieben werden ſoll, aus dem Alkohol erhält.

Die Ordnung, in welcher die drei brennbaren Subſtanzen, in Rückſicht ihrer Verwandſchaften, gegen das Waſſerſtoffgas ſtehen, iſt folgende:

Schwefel.
Kohle.
Phosphor *).

---

*) Der Schwefel zerſetzt das kohlenſtoffhaltige Waſſerſtoffgas; dem zufolge iſt ſeine Verwandſchaft zum Waſſerſtoffe größer, als die der Kohle. Die holländiſchen Chemiſten ſchmolzen Phosphor

Auſtins Theorie von der Zuſammenſetzung der Kohle.

Auſtin fand, daß, wenn er wiederholentlich den elektriſchen Funken durch eine geringe Menge kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas ſchlagen ließ, es beſtändig um das Doppelte ſeines urſprünglichen Volumens ausgedehnt wurde. Er ſchloß richtig, daß dieſe merkwürdige Ausdehnung nur von der Entwicklung des Waſſerſtoffgaſes herrühren könne. Verbrannte er einen Theil des expandirten Gaſes, ſo verbrauchte er hierzu eine größere Menge Sauerſtoffgas, als wenn er ſich eines nicht durch Elektricität ausgedehnten Gaſes bediente. Es iſt demnach ein Zuſatz von verbrennlichem Stoffe erfolgt; denn die Menge des Sauerſtoffes, die erforderlich iſt, um das Verbrennen eines Körpers zu bewirken, ſteht jedesmal mit der Menge jenes Stoffes im Verhältniß. Er ſchloß aus dieſen Verſuchen, daß er die in dem Waſſerſtoffgaſe aufgelöſte Kohle zerſetzt habe, und daß die Kohle aus Waſſerſtoff und Stickſtoff *), von dem

in kohlenſtoffhaltigem Waſſerſtoffgaſe, allein es erfolgte keine Veränderung, mithin iſt die Verwandſchaft des Phosphors geringer, als die der Kohle.

*) Siehe den nächſten Abſchnitt. — Seine Theorie war, daß das kohlenſtoffhaltige Waſſerſtoffgas aus Waſſerſtoff und Stickſtoff, und daß Kohle aus Stickſtoff und kohlenſtoffhaltigem Waſſerſtoffgaſe zuſammengeſetzt ſey; ſo daß demnach beide in Rückſicht der Qualität ihrer Beſtandtheile ſich beinahe gar nicht unterſcheiden. Es iſt ſonderbar genug, daß, ungeachtet Dr. Auſtin die Gegenwart der Kohle im kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſe nicht zugeben wollte, er letzteres dennoch wirklich dadurch zerſetzte, daß er Schwefel in demſelben ſchmolz: der Schwefel verband ſich mit dem Waſſerſtoffgaſe, und es fiel eine Menge Kohle zu Boden. Er führt dieſen Verſuch an, ohne einige Bemerkungen dabei zu machen, und ſcheint auch wirklich demſelben gar keine Aufmerkſamkeit geſchenkt zu haben.

dem ſtets etwas in den Gefäßen angetroffen wurde, in denen man das Verbrennen des ausgedehnten Gaſes mit Sauerſtoff vorgenommen hatte, beſtehe *). Wäre dieſer Schluß richtig, ſo müßte man die Kohle aus der Reihe einfacher Subſtanzen ausſtreichen, und ſie künftig den zuſammengeſetzten beizählen.

Widerlegung deſſelben.

Es giebt einen Umſtand, der Auſtin hätte verhindern ſollen, dieſen Schluß zu machen, er müßte denn entſcheidendere Verſuche dafür haben anführen können. Die Menge des brennbaren Stoffes war vermehrt worden. Rührte nun die Ausdehnung des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſes nur allein von Zerſetzung der Kohle her, ſo hätte keine ſolche Vermehrung, ſondern vielmehr das Gegentheil ſtatt finden müſſen: denn die Kohle, welche ſelbſt eine brennbare Subſtanz iſt, iſt in zwey Beſtandtheile, den Waſſerſtoff und Stickſtoff zerlegt worden, von denen nur der erſte bei dem Zuſatze von Sauerſtoffgas unter Anwendung der Hitze verbrennen konnte. Auſtin's Verſuche ſind kürzlich von William Henry mit großer Genauigkeit wiederholt worden **). Er bemerkte die von Auſtin beſchriebene Ausdehnung gleichfalls, fand aber, daß ſie nicht über gewiſſe Grenzen getrieben werden könne, und etwas mehr, als zweimal das urſprüngliche Volumen des Gaſes übertreffe. Er verbrannte nun mit Hülfe von Sauerſtoffgas zwei gleiche Theile kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas, von denen das eine durch den elektriſchen Funken, um das Doppelte ſeines Volumens, das andere gar nicht, ausgedehnt worden war,

*) Phil. Trans. LXXX, 51.

**) Phil. Trans. 1797. Part. II.

und fand, daß jeder dieſer beſonders verbrannten Antheile genau dieſelbe Menge kohlenſaures Gas lieferte. Beide enthielten demnach dieſelbe Menge Kohle, es war mithin keine Kohle durch die Elektricität zerlegt worden.

Henry vermuthete hierauf, daß dieſe Ausdehnung von dem Waſſer herrühre, welches jede Gasart in größerer oder geringerer Menge enthält. Um ſich hiervon zu überzeugen, ſuchte er dem kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſe, das Waſſer ſo viel, als möglich, dadurch zu entziehen, daß er es über trocknes Kali ſtreichen ließ; welches das Waſſer ſehr begierig einzog. Auf dieſe Art behandeltes Gas, ließ ſich nur um ein Sechstheil ſeines Volumens ausdehnen, ſetzte man aber nur wenige Tropfen Waſſer zu, ſo erfolgte die Ausdehnung wie gewöhnlich. Die durch die Elektricität zerſetzte Subſtanz, war nicht die in dem kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſe enthaltene Kohle, ſondern das Waſſer. Man begreift auch ſehr gut, auf welche Art dieſe Zerſetzung bewirkt wird. Die Kohle hat bei einer hohen Temperatur eine größere Verwandſchaft zum Sauerſtoffe, als der Waſſerſtoff; denn wenn man Waſſerdämpfe über rothglühende Kohle gehen läßt, ſo werden ſie zerſetzt, und es wird kohlenſaures Gas und Waſſerſtoffgas gebildet. Der elektriſche Funke erſetzt die Stelle der erforderlichen Temperatur, die Kohle verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe des Waſſers, und bildet kohlenſaures Gas, und der frei gewordene Waſſerſtoff verurſacht die Ausdehnung. Das kohlenſaure Gas wird begierig vom Waſſer eingezogen, und wenn man 709 Maaß des ſo ausgedehnten Gaſes mit Waſſer in Berührung bringt, ſo werden 100 Maaß davon abſorbirt, dieß dient zum Beweiſe, daß wirklich kohlenſaures Gas zugegen ſey. Der Stickſtoff, welchen Dr. Auſtin in

ſeinem ausgedehnten Gaſe fand, rührte offenbar von etwas athmosphäriſcher Luft her, in welcher 78 Procent Stickgas enthalten ſind. Auſtin's Gas hatte lange über Waſſer geſtanden; und Prieſtley und Higgins haben gezeigt, daß die Luft unter dieſen Umſtänden ſtets mit Stickſtoff impraegnirt werde *).

7. Noch ſind die Verwandſchaften des Waſſerſtoffes nicht ausgemittelt worden; ſie ſind aber vielleicht folgende:

Sauerſtoff.
Kohle.
Stickſtoff.

8. Die Kohle hat die Eigenſchaft, Waſſerſtoffgas zu abſorbiren, allein ſie nimmt hiervon eine geringere Menge in ſich, als von jeder anderen, bisher verſuchten Gasart. Morozzo fand, wenn er ein Stück Kohle, das 12 Linien lang war, und 8 Linien im Durchmeſſer hatte, in Queckſilber auslöſchte, und in eine 144 Linien lange, und 12 Linien weite, mit Waſſerſtoffgas angefüllte Röhre tauchte, daß $\frac{1}{5{,}5}$ des Ganzen abſorbirt wurden. Rouppe und Van Noorden bemerkten, daß friſch bereitete Kohle, die, ohne der Luft ausgeſetzt zu werden, abgekühlt wurde, vom Waſſerſtoffgaſe, in das ſie getaucht wurde, die Hälfte ihres Volumens einſaugte. Setzt man mit Waſſerſtoffgas imprägnirte Kohle der athmosphäriſchen Luft aus, ſo abſorbirt ſie aus dieſer Sauerſtoff, der ſich mit dem Waſſerſtoffe verbindet, und

*) Die Zunahme von brennbarem Stoffe, welche Dr. Auſtin bei ſeinen Verſuchen wahrnahm, rührt ohne Zweifel daher, daß ein Theil des Queckſilbers auf Koſten des Waſſers oxydirt wurde.

Waſſer bildet. Dieſelbe Erſcheinung findet ſtatt, wenn man ſtatt der athmosphäriſchen Luft Sauerſtoffgas wählt *).

Eigenſchaften der einfachen brennbaren Stoffe.

Dieſes ſind, wenn man die Metalle ausnimmt, die Eigenſchaften aller einfachen, brennbaren Subſtanzen. Eine derſelben, nemlich die Kohle, kommt nur allein in einem feſten Zuſtande vor, und kann durch kein bisher bekanntes Verfahren in einen tropfbar, flüſſigen oder gasförmigen Zuſtand verſetzt werden. Schwefel und Phosphor ſind gewöhnlich feſt; allein eine mäßige Hitze bringt ſie in Fluß, und bei einem Zuwachſe der Temperatur fangen ſie an zu kochen, und entweichen als Dämpfe. Der Waſſerſtoff läßt ſich im iſolirten Zuſtande nur allein als Gas darſtellen.

Verbinden ſich mit Sauerſtoff.

Sie verbinden ſich alle, wiewohl bei verſchiedenen Temperaturen mit dem Sauerſtoffe; und während dieſer Verbindung, vorausgeſetzt, daß die Temperatur hoch genug ſey, wird eine beträchtliche Menge Licht und Wärme frei. Der Phosphor erfordert zum Verbrennen eine Temperatur von 148°; der Schwefel eine Temperatur von 560°, der Waſſerſtoff und die Kohle die Rothglühhitze, und der Diamant eine noch höhere Temperatur. Die Unterſuchung der Urſache dieſes Unterſchiedes, ſo wie der Quelle des Lichtes und der Wärme, oder des Feuers, welches beim Verbrennen dieſer Stoffe ſtatt findet, macht einen der intereſſanteſten Theile der Chemie aus. Da wir aber noch nicht die Eigenſchaften der übrigen einfachen Körper kennen gelernt

---

*) Ann. de Chim. XXXII, 18.

haben, die uns eine Menge von Thatſachen darbieten werden, wodurch uns die Beantwortung jener wichtigen Fragen ſehr erleichtert werden wird: ſo wird ſich dieſe Unterſuchung an einem anderen Orte ſchicklicher anſtellen laſſen.

Es verdient vorzüglich Aufmerkſamkeit, daß alle einfachen brennbaren Stoffe, mit Ausnahme des Waſſerſtoffes, ſich mit drei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und drei verſchiedene Zuſammenſetzungen bilden können, von denen jede beſondere Eigenſchaften beſitzt.

Verbindungen des Schwefels mit dem Sauerſtoffe.

1. Wird der Schwefel lange Zeit im Fluß erhalten, ſo verbindet er ſich mit einer geringen Menge Sauerſtoff, und wird in ein Oxyde des Schwefels verwandelt. Erhitzt man ihn bis 560° beim Zutritte der athmosphäriſchen Luft, ſo brennt er mit einer blauen Flamme, verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe, und bildet eine Säure, welche einen eigenthümlichen, erſtikkenden Geruch hat, und ſchweflichte Säure genannt wird. Bringt man ihn brennend in Sauerſtoffgas, oder miſcht man ihn mit Salpeter, und entzündet ihn, ſo verbindet er ſich mit dem Maximum von Sauerſtoff, und bildet eine geruchloſe Säure, die Schwefelſäure genannt wird. Es macht demnach der Schwefel mit dem Sauerſtoffe folgende Zuſammenſetzungen:

1. Schwefeloxyde.
2. Schweflichte Säure.
3. Schwefelſäure.

Phosphor und Sauerſtoff.

2. Der Phosphor nimmt allmählig, wenn er im Waſſer aufbewahrt wird, eine braune Farbe an, die, wie man vermuthet, von der Verbindung mit einer geringen Menge Sauerſtoff herrührt. Dieſe Zuſammenſetzung

wird Phosphoroxyde genannt. Läßt man Phosphor an der athmosphäriſchen Luft ſtehen, ſo abſorbirt er nach und nach Sauerſtoff aus derſelben, und zerfließt zu einer ſauren Flüſſigkeit, die phosphorichte Säure genannt wird. Entzündet man ihn, ſo verbindet er ſich mit dem Maximum von Sauerſtoff, und verwandelt ſich in weiße geruchloſe Flocken, die Phosphorſäure genannt werden. Es bildet alſo der Phosphor mit dem Sauerſtoffe

1. Phosphoroxyde.
2. Phosphorichte Säure.
3. Phosphorſäure.

Kohle und Sauerſtoff. 3. Der Kohlenſtoff verbindet ſich gleichfalls mit drei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff, ungeachtet ſich nicht alle dieſe Zuſammenſetzungen mit dem Diamanten, als dem reinen Kohlenſtoffe, ſeiner Härte wegen, darſtellen laſſen. Setzt man Kohle einem heftigen Schmiedefeuer aus, ſo erhält man eine Zuſammenſetzung, die aus Kohle, mit dem Minimum von Sauerſtoff verbunden, beſteht. Man müßte ſie eigentlich kohlichtes Oxyde (carbonous oxyde) nennen. Setzt man eine Miſchung aus Eiſenfeile und Kalkerde der Rothglühhitze aus, ſo erhält man ein Gas, das aus Kohlenſtoff, der mit einer größeren Menge Sauerſtoff, als in der Kohle, verbunden iſt, beſtehet. Dieſe gasförmige Zuſammenſetzung, von der in einem der folgenden Abſchnitte weitläuftiger gehandelt werden wird, wird Kohlenoxyde genannt. Wird Kohle entzündet, ſo verbindet ſie ſich mit dem Maximum von Sauerſtoff, und bildet ein Gas, welches kohlenſaures Gas genannt wird. Es geben demnach Kohlenſtoff und Sauerſtoff folgende Verbindungen:

1. Kohlichtes Oxyde.
2. Kohlenoxyde.
3. Kohlenſäure.

Waſſerſtoff und Sauerſtoff. Die beiden erſten einfachen brennbaren Stoffe bilden mit dem Sauerſtoffe ein Oxyde und zwei Säuren. Der dritte bildet mit ihm zwei Oxyden und eine Säure. Der Waſſerſtoff, der vierte derſelben, verbindet ſich mit ihm nur in einem Verhältniſſe, und bildet Waſſer.

Es verdient Aufmerkſamkeit, daß das Produkt des Verbrennens aller einfachen brennbaren Stoffe, mit Ausnahme des Waſſerſtoffes, eine Säure iſt. Die Oxyden werden ohne Verbrennen gebildet, und ſind ſelbſt verbrennliche Subſtanzen.

Verbindung der brennbaren Stoffe unter einander. Alle einfache brennbare Stoffe können ſich mit einander verbinden. So vereinigt ſich der Schwefel mit dem Phosphor, der Kohle und dem Waſſerſtoffe; der Waſſerſtoff verbindet ſich nicht weniger mit den genannten Subſtanzen u. ſ. w. Alle dieſe Subſtanzen behalten ihre Verbrennlichkeit bei.

Drittes Kapitel.

Von den einfachen unverbrennlichen Stoffen.

Anzahl. Die dritte Klaſſe der einfachen, ſperrbaren Subſtanzen begreift nur zwei, den Stickſtoff und die Salzſäure unter ſich. Es giebt zwar noch zwölf andere unverbrennliche Subſtanzen, die man bis jetzt noch nicht zerlegt hat; ſie unterſcheiden ſich aber alle in ihren Eigenſchaften vom Stickſtoff und der Salzſäure ſo ſehr, daß es nöthig iſt,

ſie von dieſen zu trennen, und jetzt berechtigt uns die Analogie, ſie unter den zuſammengeſetzten Subſtanzen aufzuführen. Auch die Salzſäure, ungeachtet ihrer auffallenden Aehnlichkeit mit dem Stickſtoffe in manchen Stücken, unterſcheidet ſich doch von demſelben in manchen anderen ſo ſehr, daß ich nicht gewagt habe, ſie aus der Reihe der Säuren, zu welchen ſie bisher gezählt wurde, auszulaſſen.

Erſter Abſchnitt.

Von dem Stickſtoffe.

Verfahren Stickgas zu entbinden. Man kann ſich Stickſtoff durch folgendes Verfahren verſchaffen. Man miſche Eiſenfeile und Schwefel zuſammen, feuchte ſie mit Waſſer an, und ſchütte ſie in ein gläſernes Gefäß, das mit athmosphäriſcher Luft angefüllt iſt, ſo abſorbirt dieſe Miſchung in wenigen Tagen allen Sauerſtoff derſelben; es bleibt aber ein Rückſtand, welcher jeder Verminderung widerſteht. Dieſer Rückſtand hat den Nahmen des Stickgaſes erhalten. Es giebt andere Verfahrungsarten, ſich dieſes Gas ſchneller zu verſchaffen. Wird z. B. Phosphor ſtatt der Eiſenfeile und des Schwefels genommen, ſo erfolgt die vollſtändige Abſorbtion in weniger als 24 Stunden. Folgendes Verfahren, das Berthollet zuerſt angegeben hat, liefert, wofern man die nöthige Vorſicht anwendet, ſehr reines Stickgas. Man übergießt ein Stück Muskelfleiſch mit ſehr verdünntem Scheidewaſſer, (oder mit Salpeterſäure, wie es die Chemiſten nennen) und erwärmt die Miſchung bis zu einer Temperatur von 100°.

Es entwickelt ſich eine beträchtliche Menge Stickgas, das man in ſchicklichen Gefäßen auffangen kann.

Dieſes Gas wurde im Jahre 1772 von Dr. Rutherford, der jetzt Profeſſor der Botanik an der Univerſität zu Edinburg iſt, entdeckt *). Scheele erhielt es durch das zuerſt beſchriebene Verfahren, im Jahre 1776, und zeigte, daß es eine eigenthümliche Gasart ſey.

Iſt in der Athmosphäre vorhanden. 1. Die athmosphäriſche Luft enthält ungefähr 78 Procent (dem Volumen nach) Stickgas; der übrige Antheil derſelben beſteht faſt ganz aus Sauerſtoffgas. Lavoiſier war der erſte Naturforſcher, welcher

---

*) Man ſehe ſeine Abhandlung, *de Aëre Mephitico*, welche im Jahre 1772 erſchienen iſt: „Sed aër salubris et purus respiratione animali non modo ex parte fit mephiticus, sed et *aliam indolis suae mutationem inde patitur*. Postquam enim omnis aer mephiticus (kohlenſaures Gas) ex eo, ope lixivii caustici secretus et abductus fuerit, *qui tamen restat* nullo modo salubrior inde evadit, nam quamvis nullam ex aqua calcis praecipitationem faciat haud minus quam antea et flammam et vitam extinguit. Pag. 17.

„Aër qui per carbones ignitos folle adactus fuit, atque deinde ab omni aëre mephitico (kohlenſaures Gas) expurgatus, malignus tamen adhuc reperitur, et omnino similis est ei, qui respiratione inquinatur. Immo ab experimentis patet, hanc solam esse aëris mutationem quae inflammationi adscribi potest. Si enim accenditur materies quaelibet quae ex phlogisto et basi fiisca atque simplici constat, *aër inde natus ne minimam aëris mephitici quantitatem in se continere videtur*. Sic aër, in quo sulphur aut phosphorus urinae combustus fuit, licet maxime malignus, calcem tamen ex aqua minime praecipitat. Interdum quidem si ex phosphoro natus fuerit, nubeculam aquae calcis inducit sed tenuissimam, nec aëri mephitico attribuendam, sed potius acido illi, quod in phosphoro inest, et quod, ut experimenta docuernnt, hoc singulari dote pollet.“ Pag. 19.

zeigte, daß das Stickgas einen Beſtandtheil der athmosphäriſchen Luft ausmache. Er machte ſeine Verſuche im Jahre 1774, oder vielmehr 1775 bekannt. Ohne Zweifel war Scheele eben ſo früh mit der Zuſammenſetzung der Luft bekannt, allein ſeine Abhandlung über das Feuer, in welcher dieſe Analyſe enthalten iſt, erſchien erſt im Jahre 1777 im Drucke.

Eigenſchaften deſſelben.

2. Kirwan unterſuchte das ſpecifiſche Gewicht des nach Scheelen's Vorſchrift bereiteten Stickgaſes, und fand es gleich 0,00120. Es iſt mithin etwas leichter, als die athmosphäriſche Luft, und verhält ſich zu dieſer wie 985 zu 1000 *). Nach Lavoiſier's Verſuchen beträgt das ſpecifiſche Gewicht des Stickgaſes nur 0,00115, oder ſein Gewicht verhält ſich zu dem der athmosphäriſchen Luft wie 942,6 zu 1000 **).

3. Dieſes Gas iſt eben ſo, wie die athmosphäriſche Luft unſichtbar und elaſtiſch, und läßt ſich eben ſo, wie dieſe, in einem unbeſtimmten Grade verdünnen und verdichten. Sie iſt dem thieriſchen Leben äußerſt nachtheilig; faſt in demſelben Augenblicke, da die Thiere dieſelbe einathmen, fallen ſie todt nieder ***). Kein brennbarer Körper brennt in derſelben. Hieraus iſt es erklärlich, warum ein Licht in der atmosphäriſchen Luft verlöſcht, ſobald der in derſelben befindliche Sauerſtoff verzehrt worden. Göttling behauptete zwar im Jahre 1794, daß der Phosphor in reinem Stickgaſe leuchte, und in

*) Kirwan on Phlogiston.

**) Ibid. pag. 37.

***) Daher der Nahme Azote, den die franzöſiſchen Chemiſten dieſem Gaſe gegeben haben, welcher bedeutet, das Leben raubend. Von α und ζωη.

Phosphorſäure verwandelt werde. Wäre dieſes gegründet, ſo wäre die Behauptung unrichtig, daß kein brennbarer Körper in demſelben brenne; denn die Umwandlung des Phosphors in Säure, ſowie das Verbrennen deſſelben, ſind ein wirkliches, wiewohl ſchwaches Verbrennen. Göttling's Verſuche wurden bald von Dr. Scherer und Jäger wiederhohlt: ſie fanden, daß der Phosphor in völlig reinem Stickgaſe nicht leuchte, daß demnach das Gas, deſſen ſich Göttling zu ſeinen Verſuchen bedient hat, eine Beimiſchung von Sauerſtoff enthalten habe, die hauptſächlich daher rühre, daß das Gas nur mit Waſſer geſperrt worden, Dieſe Reſultate wurden in der Folge durch Lampadius und Hildebrand beſtätigt. Es iſt mithin keinem Zweifel unterworfen, daß der Phosphor im Stickgas nicht brenne, und daß, wenn dieſes ja der Fall iſt, ſtets etwas Sauerſtoffgas zugegen ſey.

Verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe.

4. Das Stickgas kann ſich mit dem Sauerſtoffe verbinden. Man nehme eine Glasröhre, die ungefähr ein Sechstheil Zoll im Durchmeſſer hat. Dieſe Röhre fülle man mit Queckſilber, nachdem man das eine Ende derſelben vorher luftdicht mit einem Korke verſchloſſen, durch deſſen Mitte ein dünner Drath, der auf beiden Seiten mit Knöpfchen verſehen iſt, hindurchgeht. Man läßt hierauf in die Röhre ungefähr drei Kubikzoll einer Miſchung aus 13 Theilen Stickgas und 57 Theilen Sauerſtoffgas, treten; und vermittelſt des im Korke befindlichen Drathes mehrere elektriſche Funken durch das Gas hindurchgehen. Das Volumen des Gaſes nimmt allmählig ab, und an ſeiner Stelle findet man Salpeterſäure. Dieſe Säure beſteht demnach aus Stickſtoff und Sauerſtoff, und dieſe beiden Subſtanzen können ſich verbinden, was daſſelbe iſt:

und bildet Salpeterſäure.

das Stickgas kann bei der Temperatur, welche die Elektricität hervorbringt, und welche, wie bekannt, hoch iſt, verbrennen. Die Verbindung des Stickgaſes mit Sauerſtoff, und die Natur des Produktes iſt von Cavendiſh entdeckt, und den 2ten Junius 1785 der königlichen Societät zu London mitgetheilt worden *).

Schwefelhaltiges Stickgas. 5. Wird Schwefel in Stickgas geſchmolzen, ſo wird ein Theil deſſelben aufgelöſt und ſchwefelhaltiges Stickgas gebildet. Dieſes Gas hat einen ſtinkenden Geruch. Seine Eigenſchaften ſind bis jetzt noch unbekannt **). Gimbernats hat es kürzlich in dem Achner Waſſer ***) gefunden.

Phosphorhaltiges Stickgas. Wird Phosphor in Stickgas gebracht, ſo löſt dieſes eine kleine Menge deſſelben auf; ſein Volumen wird um ein Vierzigtheil †) vermehrt, und das Reſultat dieſer Verbindung iſt phosphorhaltiges Stickgas. Wird dieſes Gas mit Sauerſtoffgas vermiſcht, ſo leuchtet es wegen des aufgelöſten Phosphors. Läßt man Blaſen des phosphorhaltigen Stickgaſes in eine mit Sauerſtoffgas gefüllte Glocke treten, ſo erfolgt das Verbrennen ungleich raſcher. Wird phosphorhaltiges Sauerſtoffgas mit phosphorhaltigem

---

*) Dieſer berühmte Chemiſt brachte dieſe Entdeckung ſogleich zur Vollkommenheit. Seine Schätzung des Verhältniſſes des Stickſtoffes zum Sauerſtoffe in der Salpeterſäure, iſt, wie die Erfahrung gezeigt hat, ungleich richtiger, als die ſpätere Beſtimmung von Lavoiſier.

**) Fourcroy Syst. des Con. Chim. I, 200.

***) Jour. de Chim. II, 44.

†) Berthollet.

Stickgaſe gemiſcht, ſo erfolgt, ſelbſt bei einer Temperatur von 82°, kein Leuchten *).

Das Stickgas lóſt auch eine geringe Menge Kohle auf; denn wenn man Stickgas, welches aus thieriſchen Subſtanzen nach Berthollet's Vorſchrift erhalten worden, lange in glaͤſernen Gefaͤßen aufbewahrt, ſo ſetzt ſich eine ſchwarze Subſtanz ab, welche die Eigenſchaften der Kohle beſitzt **).

Der Stickſtoff macht einen Beſtandtheil des Ammoniums aus.

Miſcht man das Stickgas mit Waſſerſtoffgas, ſo erleidet es keine Veraͤnderung: es laͤßt ſich aber doch durch Verfahrungsarten, die in der Folge angegeben werden ſollen, mit dem Waſſerſtoffe vermiſchen. Die dadurch gebildete Zuſammenſetzung iſt unter dem Nahmen Ammoniums oder fluͤchtigen Alkali bekannt.

Verſuche, das Stickgas zu zerlegen.

6. Die Wahlanziehungen des Stickſtoffes ſind noch unbekannt. Man hat ihn daher bis jetzt noch nicht zerlegt, ſo daß man ihn nach dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniß fuͤr einen einfachen Stoff halten muß. Prieſtley, der das Stickgas ſehr fruͤh bei ſeinen Verſuchen kennen lernte, hielt es fuͤr eine Zuſammenſetzung aus Sauerſtoffgas und Phlogiſton, und nannte es daher phlogiſtiſirte Luft. Nach Stahl's Theorie, die damals allgemein angenommen wurde, beſtand das Verbrennen in einer Abſcheidung des Phlogiſtons aus dem brennenden Koͤrper. Zu dieſer Theorie machte Prieſtley folgenden Zuſatz: Das Phlogiſton wird beim Verbrennen, vermittelſt chemiſcher Verwandſchaft, abgeſchieden. Die Luft (d. i. das Sauerſtoffgas)

*) Fourcroy und Vauquelin, Ann. de Chim. XXI, 199.
**) Fourcroy Ann. de Chim. I, 45.

hat eine große Verwandſchaft zum Phlogiſton; ihre Gegenwart iſt während dem Verbrennen nöthig, weil ſie ſich mit dem Phlogiſton, ſo wie ſich dieſes aus dem brennenden Körper abſcheidet, verbindet; ja ſie trägt überdieß wegen ihrer Verwandſchaft zu dieſem Stoffe, zu ſeiner Abſcheidung bei. So wie ſich die Luft mit ſo viel Phlogiſton, als ſie aufnehmen kann, verbunden hat, oder um es chemiſch auszudrücken,

Man hält es für eine Zuſammenſetzung aus Sauerſtoff und Phlogiſton.

ſo wie ſie ſich mit Phlogiſton geſättigt hat, wird das Verbrennen unterbrochen, weil kein Phlogiſton den brennenden Körper ferner verlaſſen kann *). Die mit Phlogiſton geſättigte Luft iſt Stickgas. Dieſe Theorie war äußerſt ſinnreich, und fand, als ſie Prieſtley bekannt machte, ausnehmenden Beifall. Eine große Menge der angeſehenſten Chemiſten nahmen ſie an: man machte aber doch bald die Bemerkung, daß während dem Verbrennen die Menge der Luft, ſtatt vermehrt zu werden, wie es doch der Fall ſeyn mußte, wenn

Allein mit Unrecht.

Phlogiſton zu ihr hinzukäme, ſowohl im Gewichte, als im Volumen vermindert werde. Es fehlt daher gänzlich an Beweiſen, daß ſich während dem Verbrennen irgend eine Subſtanz mit der Luft verbinde; ſondern die Erfahrung lehrt vielmehr das Gegentheil. Man machte ferner

---

*) Dieſe ſinnreiche Theorie wurde zuerſt von Dr. Rutherford aufgeſtellt, wie man aus folgender Stelle ſeiner Abhandlung erſieht: „Ex iisdem etiam deducere licet quod aer ille malignus (Stickgas) componitur ex *aere atmospherico cum phlogisto unito et quasi saturato*. Atque idem confirmatureo, quod aer, qui metallorum calcinationi jam inserviit, et phlogiston ab iis abripuit, ejusdem plane est indolis. *De aere Mephitico* pag. 20.

die Entdeckung, daß ſich während dem Verbrennen (wie dieſes im vorhergehenden beim Verbrennen des Schwefels, Kohlenſtoffes und Waſſerſtoffes angeführt worden) ein Theil Luft mit der verbrennenden Subſtanz verbinde, und daß dieſer Antheil Luft Sauerſtoffgas ſey. Dieſe Erfahrungen warfen die Gründe ganz und gar über den Haufen, auf welche Prieſtley ſeine Theorie ſtützte. Da nun kein Verſuch, den Stickſtoff zu zerlegen, gelingen wollte, ſo wurde dieſes Bemühen von faſt allen übrigen Chemiſten, mit Ausnahme von Prieſtley ſelbſt, aufgegeben.

Neuerlich hat man abermals eine Theorie über die Zuſammenſetzung des Stickſtoffes aufgeſtellt, und auf mannigfaltige Art modificirt. Da dieſe Theorie eine Menge von Streitigkeiten veranlaßt hat, die vorzüglich in Deutſchland mit großer Heftigkeit geführt wurden, ſo will ich davon, da ſie viel dazu beigetragen haben, mehrere merkwürdige chemiſche Erſcheinungen zu erläutern, hier eine kurze Nachricht geben.

Im Jahre 1783 machte Prieſtley die Bemerkung, daß, wenn irdene Retorten inwendig mit Waſſer angefeuchtet würden, oder man in ſie feuchte Thonerde ſchüttete, und bis über den Siedpunkt des Waſſers erhitzte, nur wenig Waſſer im Zuſtande des Waſſerdampfes aus ihrer Mündung herverbringe; ſondern ſtatt deſſen eine Menge Luft, deren Gewicht dem des Waſſers faſt gleich ſey. Da dieſe Luft ſich in ihren Eigenſchaften von der athmosphäriſchen kaum unterſchied, ſo ſchloß er anfänglich, daß das Waſſer bei dieſem Verſuche in athmosphäriſche Luft verwandelt werde. Er überzeugte ſich aber in der Folge durch äußerſt ſinnreiche und entſcheidende Verſuche, daß das Waſſer, welches verſchwun=

den war, durch die Zwiſchenräume des Gefäßes entwichen ſey, während zu gleicher Zeit ein Theil der äußeren Luft durch den Druck der Athmosphäre in das Gefäß hineingepreßt worden; und daß dieſe die Luft ſey, welche aus der Mündung der Retorte hervorgedrungen ſey*).

Aus Waſſer und Feuer. Gegen dieſe Schlüſſe ſuchte Achard im Jahre 1784 zu beweiſen, daß, wenn man Waſſerdämpfe durch rothglühende irdene, oder auch metallene Röhren ſtreichen ließe, ſie in Stickgas verwandelt würden**). Weſtrumb zog den nemlichen Schluß aus einem ſeiner Verſuche, und folgerte ferner, daß Stickgas eine Zuſammenſetzung aus Waſſer und Hitze ſey***). Im Jahre 1796 ließ Wiegleb eine weitläuftige Abhandlung über denſelben Gegenſtand drucken, und ſuchte ſowohl durch Schlüſſe als Verſuche die Richtigkeit von Weſtrumb's Theorie darzuthun †). Dadurch wurden die holländiſchen Chemiſten Deimann, Troostwick und Lauwerenburg veranlaßt, eine vollſtändige Reihe von Verſuchen über dieſen Gegenſtand anzuſtellen, von denen ſie die Reſultate im Jahre 1798 bekannt gemacht haben ††). Ihre Experimente ſtimmten genau mit denen von Prieſtley überein. Es wurde nur dann Luft erhalten, wenn man ſich irdener, folglich ſolcher Gefäße bediente, die von der Luft durchdrungen werden konnten. Wiegleb's Methode beſtand darin, daß er eine irdene Tabacksröhre an eine Retorte

*) Priestley on air II. 407.

**) Crells Annalen 1785. B. I. S. 304.

***) Ebend. S. 499.

†) Crells Annalen 1796. B. II. S. 467.

††) Ann. de Chim. XXVI. 510.

Retorte kittete, in der reines Waſſer enthalten war. Die Tabacksröhre wird durch ein Kohlenfeuer zum Rothglühen gebracht, und das Waſſer in Dämpfen durch die glühende Röhre getrieben. Die holländiſchen Chemiſten fanden, wenn ſtatt einer irdenen Tabacksröhre ſie ſich einer gläſernen oder metallnen Röhre bedienten, oder wenn ſie die irdene Tabackspfeife in eine gläſerne Röhre einſchloſſen, daß kein Gas zum Vorſchein kam, außer dann, wenn die gläſerne Röhre zerbrochen wurde. Wurde unter dieſen Umſtänden Gas erhalten, ſo war dieſes ſtets von derſelben Beſchaffenheit, wie die an der Außenſeite der Röhre befindliche Luft; d. h. es war eine Miſchung aus kohlenſaurem Gaſe und Stickgaſe, wenn die Röhre über einem Kohlenfeuer erhitzt wurde; hingegen athmosphäriſche Luft, wenn man die Röhre aus dem Feuer nahm. Ihre Verſuche ſtimmten alſo auf das vollkommenſte mit denen von Prieſtley überein, und führten zu denſelben Folgerungen. Wiegleb verſuchte zwar die Einwürfe der Holländiſchen Chemiſten zu beantworten, und ſeine Verſuche durch neue zu unterſtützen, allein es gelang ihm keinesweges, und er war nicht einmal im Stande, ſich ſelbſt zu genügen *).

3. Aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff.

Bald darauf machte Girtanner in dem 34ten Bande der Annales de Chimie eine Abhandlung über denſelben Gegenſtand bekannt. Seine Verſuche waren faſt ganz mit denen von Wiegleb und ſeiner Gefährten übereinſtimmend; allein er zog aus denſelben ganz verſchiedene Folgerungen, und gründete auf ſie eine der Wieglebſchen völlig entgegengeſetzte Theorie. Nach ihm erhält man

*) Crells chem. Annalen 1799. B. I. S. 45. ff.

Stickgas, wenn Waſſer im Zuſtande von Dämpfen mit Thonerde in Berührung kommt; ſo erhält man es, z. B. wenn man Waſſer in einer irdenen Retorte kocht, oder in einer gläſernen, in welcher etwas Thonerde enthalten iſt, oder die mit einer irdenen Röhre verſehen worden. Hieraus folgerte er, daß Stickgas aus einer Verbindung von Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas beſtehe, und ſich vom Waſſer oder Waſſerdampfe nur dadurch unterſcheide, daß es eine geringere Menge Sauerſtoff enthalte *). Dieſe ſonderbare Behauptung wurde von Berthollet und Bouillon Lagrange geprüft. Allein ungeachtet ſie ihre Verſuche einmal genau nach Girtanner's Vorſchrift anſtellten, dann auf alle nur erdenkliche Art abänderten, ſo erhielten ſie deſſenungeachtet keine Spur von Stickgas **). Girtanner hat demnach dieſe Verſuche entweder gar nicht angeſtellt, oder er wurde durch irgend einen Umſtand zu dieſem Irrthume verleitet. Seine Theorie muß alſo als völlig unhaltbar aufgegeben werden.

Die Beſtandtheile deſſelben ſind unbekannt.

Da nun alle Verſuche, den Stickſtoff zu zerlegen, fruchtlos ausgefallen ſind, ſo muß man ihn für eine einfache Subſtanz halten. Es iſt nicht zu läugnen, daß es mehrere chemiſche Erſcheinungen giebt, welche bis jetzt völlig unerklärlich ſind, die aber leicht zu erklären ſeyn würden, wenn man darthun könnte, daß der Stickſtoff zuſammengeſetzt, und daß einer ſeiner Beſtandtheile Waſſer ſey. Zu dieſen Phänomenen gehört die Bildung des

---

*) Ann. de Chim. XXXIV. 3.

**) Ann. de Chim. XXXV, 23.

Regens, von der im zweiten Theile dieſes Werkes gehandelt werden wird. Eine andere Erſcheinung iſt die ununterbrochene Entwicklung des Stickgaſes beim Schmelzen des Eiſes. Prieſtley fand, daß, wenn er Waſſer, das ſo ſehr wie möglich von Luft befreit worden, zum Gefrieren brachte, dieſes beim nachmaligen Schmelzen Stickgas von ſich gab. Er ließ dieſelbe Menge Waſſer, ohne ſie mit der athmosphäriſchen Luft in Berührung zu bringen, neunmal nach einander gefrieren, und erhielt beim jedesmaligen Aufthauen deſſelben, faſt immer dieſelbe Menge Stickgas *).

Zweiter Abſchnitt.

Von der Salzſäure.

Man kann ſich dieſe Subſtanz durch folgendes Verfahren verſchaffen:

Bereitung. Man verfertige ſich eine kleine pneumatiſche Wanne, die aus einem einzigen Stücke Holz ausgehöhlt worden, und ungefähr 14 Zoll lang, 7 breit und 6 tief iſt. Nachdem ſie ungefähr 1 Zoll tief ausgehöhlt worden, ſo laſſe man auf der einen Seite ein Stück Holz von 3 Zoll Breite, in Geſtalt eines Brettes, ſtehen, und höhle nun das übrige bis zu der angegebenen Tiefe aus, gebe der inneren Seite des Bodens eine kugelförmige Geſtalt. Einen Durchſchnitt dieſer Wanne ſtellt Fig. 8. vor. Zwei Zoll von jedem Ende macht man zwei Oeffnungen in das Brett, die ungefähr 1 Zoll tief, und breit genug ſind, die untere Fläche kleiner Glaszylinder, oder die

*) Nicholson's Journ. IV. 193.

Mündung kleiner Glasretorten aufzunehmen. Die Wanne wird bis ¼ Zoll über die obere Fläche des Brettes mit Queckſilber angefüllt. Man nimmt kleine Glaszylinder, die gehörig dick und ſtark ſind, und zu denen im Brette gemachten Oeffnungen paſſen; füllt ſie dadurch mit Queckſilber, daß man ſie in das Queckſilber der Wanne eintaucht, und ſtellt ſie über die in dem Brette befindlichen Oeffnungen. Um ſie in dieſer Lage feſt zu erhalten, befeſtigt man vermittelſt Schrauben an der Kante der Wanne, dem Rande des Brettes gegenüber, einen 2 Zoll hohen meſſingenen Zylinder. Am oberſten Ende deſſelben ſind zwei meſſingene Arme befindlich, von denen ſich jeder in einen halben Kreis endigt. Der Mittelpunkt des geſchloſſenen Kreiſes befindet ſich, wenn die Arme ſo gedreht werden, daß ſie mit dem Rande des Brettes parallel ſind, genau über dem im Brette angebrachten Einſchnitte. Der Kreis dient dazu, um die Zylinder zu umfaſſen. Da er aus zwei Stücken beſtehet, ſo kann er nach Gefallen erweitert und verengt werden. Vermittelſt einer meſſingenen Schraube kann man ihn ſo befeſtigen, daß der Zylinder ganz feſtgehalten wird.

Nachdem der Apparat ſo angeordnet worden, ſchüttet man zwey bis drei Unzen Kochſalz in eine kleine Retorte, und übergießt ſie mit einer gleichen Menge Schwefelſäure, taucht die Mündung derſelben unter die Oberfläche des in der Wanne befindlichen Queckſilbers, und erhitzt den Inhalt derſelben vermittelſt einer Lampe. Es erfolgt ein ſehr lebhaftes Aufbrauſen; aus der Mündung der Retorte dringen zahlreiche Luftblaſen hervor, die auf der Oberfläche des Queckſilbers zerplatzten, und einen weißen Dampf von eigenthümlichem Geruche bilden. Nachdem man ſo viele von denſelben hat entweichen laſſen, daß man annehmen kann die in der Retorte

befindliche athmoſphäriſche Luft ſey völlig hinweggeſchafft worden, bringt man die Mündung derſelben in die in dem Brette angebrachte Oeffnung, über welche der Glaszylinder geſtellt worden. Die Luftblaſen verdrängen bald das Queckſilber aus ſeiner Stelle und füllen den Zylinder an. Das durch das angegebene Verfahren erhaltene Gas, wird ſalzſaures Gas genannt.

Schon die Alchemiſten kannten dieſe Subſtanz (im tropfbar flüſſigen Zuſtande) in der Verbindung mit Waſſer; im gasförmigen Zuſtande unterſuchte ſie zuerſt Prieſtley in jener früheren Periode ſeiner Beſchäftigungen, in welcher er ſo viel zur Kenntniß der gasförmigen Subſtanzen beigetragen hat.

Eigenſchaften. 1. Die gasförmige Salzſäure iſt eine unſichtbare, elaſtiſche Flüſſigkeit, die in ihren mechaniſchen Eigenſchaften mit der athmoſphäriſchen Luft übereinkommt. Ihr ſpecifiſches Gewicht beträgt nach der Beſtimmung von Kirwan 0,002315, oder beinahe noch einmal ſoviel, als das der athmoſphäriſchen Luft *). Sie hat einen ſtechenden, eigenthümlichen Geruch, und wenn ſie mit der athmoſphäriſchen Luft in Berührung kommt, ſo bildet ſie einen unſichtbaren, weißen Dampf. Bringt man eine damit angefüllte Flaſche an den Mund, ſo bemerkt man einen ſehr ſauern Geſchmack, der den des Weineſſigs an Säure bei weitem übertrifft.

Unterhält weder das Verbrennen noch das thieriſche Leben. 2. Die Thiere ſind unfähig, dieſes Gas einzuathmen, taucht man ſie in damit angefüllte Gefäße, ſo ſterben ſie augenblicklich an Verzuckungen. Es brennt auch kein brennbarer Körper in demſelben. Es verdient aber bemerkt zu werden, daß dieſes

*) Irish Trans.

Gas eine beträchtliche Wirkung auf die Flamme brennbarer Körper äußert. Taucht man ein brennendes Licht in daſſelbe, ſo nimmt die Flamme im Momente des Verlöſchens eine grüne Farbe an, dieſelbe Farbe kommt zum Vorſchein, wenn nachmals das Licht wieder entzündet wird.

Wird vom Waſſer abſorbirt. 3. Wird etwas Waſſer in ein mit dieſem Gas angefülltes Gefäß gebracht, ſo verſchwindet das Gas augenblicklich, das Queckſilber, mit dem das Gefäß geſperrt worden, ſteigt in demſelben in die Höhe, und drängt das Waſſer in die oberſte Stelle deſſelben. Der Grund dieſer Erſcheinung iſt darin zu ſuchen, daß eine große Verwandſchaft zwiſchen dem ſalzſauren Gaſe und dem Waſſer ſtatt findet; ſo daß, wenn beide in Berührung kommen, ſie ſich mit einander verbinden, und eine tropfbare Flüſſigkeit darſtellen; oder was auf eins hinauskommt, daß das Waſſer das Gas abſorbirt. Hieraus erſieht man die Nothwendigkeit dieſes Gas über Queckſilber aufzufangen. Wären die Gefäße, ſowie die Wanne, mit Waſſer gefüllt worden, ſo hätte man keine Spur von Gas erhalten. Von der Verwandſchaft des ſalzſauren Gaſes zum Waſſer rührt der weiße Dampf her, der bei der Vermiſchung dieſes Gaſes mit athmosphäriſcher Luft bemerkt wird; denn es abſorbirt den Waſſerdampf, der ſtets in der athmosphäriſchen Luft enthalten iſt. Die Auflöſung des ſalzſauren Gaſes in Waſſer wird von den Chemiſten Salzſäure genannt. *) Die Eigenſchaften derſelben ſollen dann, wenn von den Säuren überhaupt die Rede ſeyn wird, erörtert werden.

Färbt blaue Pflanzenſäfte roth. 4. Schüttet man etwas von der blauen Flüſſigkeit, die erhalten wird, wenn man rothe Kohl-

---

*) Priestley II, 295.

blätter in einem zinnernen Gefäße mit Waſſer kocht, in ein mit ſalzſaurem Gaſe angefülltes Gefäß, ſo wird das Gas, wie gewöhnlich, abſorbirt, die Flüſſigkeit aber zu gleicher Zeit roth gefärbt. Dieſe Veränderung wird bei den Chemiſten für eine charakteriſtiſche Eigenſchaft der Säuren gehalten.

Verbindet ſich mit Sauerſtoff. Die Salzſäure iſt im Stande, ſich mit dem Sauerſtoffe zu verbinden. Um dieſe Vereinigung zu bewirken ſchüttet man gepulvertes ſchwarzes Braunſteinoxyde in eine Retorte, und übergießt es mit tropfbar flüſſiger Salzſäure, erhitzt hierauf die Miſchung und bringt die Mündung der Retorte unter Waſſer; es erfolgt ein Aufbrauſen, und ein grüngefärbtes Gas dringt aus der Retorte hervor, das auf die gewöhnliche Art aufgefangen werden kann. Dieſes Gas iſt, wie man ſich überzeugt hat, eine Verbindung der Salzſäure mit dem Sauerſtoffe. Man hat es oxydirte Salzſäure genannt, und es wird in der Folge von ihm die Rede ſeyn.

Wirkung der einfachen brennbaren Stoffe auf daſſelbe. 6. Man hat bis jetzt noch keine Verbindung der einfachen brennbaren Stoffe mit dem ſalzſauren Gaſe bewirken können. Prieſtley fand, daß der Schwefel ungefähr den fünften Theil davon langſam abſorbire. Der Rückſtand war brennbare Luft, die mit einer blauen Flamme brannte, und vom Waſſer nicht eingeſogen wurde *). Der Phosphor abſorbirte keine merkliche Menge deſſelben, allein die Kohle nahm einen großen Theil davon in ſich **). Das Waſſerſtoffgas ſcheint ohne Wirkung auf daſſelbe zu ſeyn: daſſelbe gilt von dem Stickgaſe.

---

*) Priestley II, 283.

**) Ebendaſelbſt.

Einfache unverbrennliche Stoffe. Dieß ſind die Eigenſchaften der einfachen, nicht brennbaren Stoffe. Sie kommen darin mit den einfachen brennbaren überein, daß ſie ſich mit dem Sauerſtoffe verbinden.

Der Stickſtoff vereinigt ſich ſo wie der Phosphor, Schwefel und die Kohle mit drei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff, und bildet drei verſchiedene Zuſammenſetzungen. Mit dem erſten Antheile bildet er ſalpetriges Oxyde, mit dem zweiten Salpeteroxyde, und mit einem Maximum von Sauerſtoff verbunden Salpeterſäure. Es bilden demnach Stickſtoff und Sauerſtoff folgende drei Zuſammenſetzungen.

1. Der Stickſtoff verbindet ſich mit drei verſchiednen Antheilen Sauerſtoff.

1. Salpetriges Oxyde.
2. Salpeteroxyde.
3. Salpeterſäure.

oder zwei Oxyden und eine Säure. In dieſer Rückſicht ähnelt es der Kohle.

2 Die Salzſäure mit zwei. Die Salzſäure verbindet ſich nur mit zwei Antheilen Sauerſtoff. Mit dem erſten Antheile bildet ſie oxydirte Salzſäure, mit dem zweiten überoxydirte Salzſäure. Von dieſen Zuſammenſetzungen wird in der Folge weitläuftiger die Rede ſeyn. Im eigentlichen Sinne ſollte die erſte derſelben nicht ſowohl eine Säure, als vielmehr ein Oxyde genannt werden.

Ihre karakteriſtiſche Eigenſchaft. Der Hauptunterſchied der einfachen nicht brennbaren Stoffe, von den einfachen brennbaren beſteht darin, daß erſtere nicht entzündlich ſind; denn während ihrer Verbindung mit dem Sauerſtoffe findet, ſo hoch auch immer die Temperatur iſt, bei welcher dieſe Vereinigung bewirkt wird, kein Freiwerden von Licht und

Wärme ſtatt. Auch die Verbindungen derſelben mit dem Sauerſtoffe ſind nicht entzündlich; ſie beſitzen aber alle eine wichtige karakteriſtiſche Eigenſchaft: Sie ſind, wie das Sauerſtoffgas und die athmosphäriſche Luft, geſchickt das Verbrennen zu unterhalten. (capable of supporting combuſtion). Der Stickſtoff verbindet ſich gleichfalls mit allen einfachen, brennbaren Stoffen, und bildet ſchwefelhaltiges, phosphorhaltiges, kohlenſtoffhaltiges Stickgas und Ammonium. Alle dieſe Zuſammenſetzungen (wenn nicht etwa die dritte, welche nur eine ſehr geringe Menge Kohle enthält, eine Ausnahme macht) ſind verbrennlich. Während dieſem Verbrennen verbindet ſich der einfache brennbare Stoff, der einen Beſtandtheil dieſer Zuſammenſetzungen ausmacht, mit dem Sauerſtoffe, während der Stickſtoff unverändert in einem gasförmigen Zuſtande entweicht. Aehnliche Verbindungen der Salzſäure und der einfachen brennbaren Stoffe ſind nicht bekannt.

Analogien, welche in der Folge angezeigt werden ſollen, machen es wahrſcheinlich, daß ſowohl der Stickſtoff, als auch die Salzſäure zuſammengeſetzte Subſtanzen ſind; ſo lange aber uns nicht ein glücklicher Verſuch die Beſtandtheile derſelben darlegt, müſſen wir ſie unter den einfachen Subſtanzen aufführen.

Späterer Zuſatz des Verfaſſers.

Es wird den Leſer bei der erſten Anſicht überraſchen, daß ich an dieſem Orte von der Salzſäure gehandelt habe: allein ihre Aehnlichkeit mit dem Stickſtoffe iſt ſo auffallend, daß ich ſie an dieſen Ort zu ſtellen, mich für berechtigt halte.

Seitdem ich den vorſtehenden Abſchnitt geſchrieben habe, hat mir die Entdeckung der ſchwefelhaltigen Salzſäure einen neuen Grund an die Hand gegeben, ſie an dieſem Orte zu laſſen.

Da ich mit der Unterſuchung der Oxyden des Schwefels beſchäftigt war, ließ ich einen Strom von gasförmiger, oxydirter Salzſäure durch Schwefelblumen hindurchgehen. Der Schwefel nahm zuerſt eine Orangefarbe an, wurde hierauf teigigt, und zerfloß zuletzt zu einer ſchön rothen Flüſſigkeit, welcher ich den Nahmen ſchwefelhaltige Salzſäure gegeben habe. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 1, 628. Sie iſt vollkommen flüſſig, ihre Farbe fällt zwiſchen Carmoiſin und Scharlachroth, gegen das Licht gehalten erſcheint ſie grünlich. Anfänglich dampft ſie eben ſo ſehr, wie Libav's rauchende Flüſſigkeit. Ihr Geruch iſt, (wiewohl ſtärker) dem der zur See eingebrachten Güter ähnlich. Setzt man die Augen den Dämpfen derſelben aus, ſo füllen ſie ſich mit Thränen, und fangen an zu ſchmerzen. Ihr Geſchmack iſt äußerſt ſauer, heiß und bitter. Blaue Pflanzenfarben werden von ihr roth gefärbt. Nähert man ſie dem tropfbar flüſſigen Ammonium, ſo erheben ſich dicke Dämpfe, welche Salmiak ſind: aus dem ſalpeterſauren Silber ſcheidet dieſe Säure das Silber in Geſtalt gelber Flocken ab.

Schwefelhaltige Salzſäure.

Tropft man ſie in das Waſſer, ſo deckt ein dünnes, aus Schwefel beſtehendes Häutchen die Oberfläche der Flüſſigkeit, die ſchwefelhaltige Salzſäure ſinkt als ein grün röthliches Oelkügelchen zu Boden, und wird zuletzt in gelbe Flocken verwandelt. Dieſe Flocken laſſen ſich biegen, und haben einen ſauren Geſchmack.

Die ſchwefelhaltige Salzſäure iſt ſehr flüchtig, und verdunſtet, einer mäßigen Hitze ausgeſetzt, gänzlich.

Der Phosphor wird von ihr ohne Aufbrauſen aufgelöſt: die Farbe der Auflöſung ähnelt der des Bernſteines.

Mit Alkohol brauſt ſie heftig, und es wird Aether, der mit ſchweflichter Säure vermiſcht iſt, entwickelt.

Alle Säuren zerſetzrn dieſe ſchwefelhaltige Verbindung; wobei gewöhnlich der Schwefel ausgeſchieden wird. Hiervon machen jedoch die ſchweflichte Säure, und die Salpeterſäure eine Ausnahme. Erſtere verändert dieſe Zuſammenſetzung gar nicht; letztere bewirket ein heftiges Aufbrauſen, durch welches die ſchwefelhaltige Salzſäure in Schwefelſäure und Salzſäure verwandelt wird.

Die trocknen feuerbeſtändigen Alkalien brauſen mit dieſer Säure heftig auf, wobei ſehr viel Wärme frei wird. Läßt man gasförmiges Ammonium durch ſie hindurchgehen, ſo füllt ſich das Gefäß mit einem purpurrothen Dampfe; das Ganze wird feſt, und nimmt eine rothe Farbe an.

Meiner Analyſe zufolge beſteht dieſe Subſtanz aus:

44, 00	Schwefeloxyde.
35, 75	Salzſäure.
20, 25	Waſſer.
100, 00 *).	

*) Nicholson's Journal VI, 104.

Viertes Kapitel.

Von den Metallen.

Eigenſchaften der Metalle. Wir müſſen die Metalle als die vorzüglichſten Hülfsmittel anſehen, durch welche die Fortſchritte des menſchlichen Geſchlechts befördert worden ſind. Ohne ſie wäre die Entſtehung mehrerer Künſte und Wiſſenſchaften kaum möglich. Die Alten waren von der Wichtigkeit derſelben ſo überzeugt, daß ſie diejenigen, welche ihre Zeitgenoſſen zuerſt die Kunſt, Metalle zu bearbeiten, lehrten, unter die Götter verſetzten. In der Chemie nahmen ſie ſtets eine ausgezeichnete Stelle ein: in einer Periode beſchränkte ſich die ganze Wiſſenſchaft auf eine genauere Kenntniß derſelben; und man kann ſagen, daß die Wuth der Menſchen, Gold zu machen, und die Metalle zu verwandeln, eigentlich die Entſtehung der Chemie veranlaßt hat.

Glanz. 1. Eine der Haupteigenſchaften der Metalle iſt ein eigenthümlicher Glanz, welcher Metallglanz genannt worden iſt. Es giebt allerdings noch einige andere Naturkörper, (wie z. B. den Glimmer) die gleichfalls dieſen eigenthümlichen Glanz beſitzen, allein bei dieſen befindet er ſich nur auf der Oberfläche, und verſchwindet ſobald dieſe verletzt wird; bei den Metallen hingegen iſt er durch die ganze Maſſe verbreitet. Dieſer Glanz rührt davon her, daß ſie ungleich mehr Licht, als andre Körper zurückwerfen, welches wahrſcheinlich eine Folge ihres dichteren Gefüges iſt, dadurch werden ſie vorzüglich zur Verfertigung von Spiegeln geſchickt, von denen ſie ſtets die Baſis ausmachen.

Undurchſich- tigkeit. 2. Sie ſind vollkommen undurchſichtig, und verſchließen dem Lichte den Durchgang, ſelbſt dann, wenn ſie zu dünnen Blättchen geſtreckt werden. Ein Silberblättchen das $\frac{1}{100000}$ eines Zolles dick iſt, geſtattet keinem Lichtſtrahle den Durchgang. Gold hingegen iſt, wenn es ausnehmeud dünn iſt, nicht vollkommen undurchſichtig; denn ein Goldblättchen das $\frac{1}{280000}$ Zoll dick iſt, erſcheint wenn es gegen die Sonne gehalten wird, dem Auge von lebhaft grüner Farbe, dieſes würde, wie Newton zuerſt bemerkt hat, nicht der Fall ſeyn, wenn es nicht die grünen Lichtſtrahlen hindurchließe. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß wie eben dieſer Natnrforſcher vermuthet, alle Metalle das Licht hindurchlaſſen würden, wenn man ſie nur dünn genug ſchlagen könnte. Von der Undurchſichtigkeit der Metalle rührt zum Theil ihre vorzügliche Anwendung zu Spiegeln her, denn der Glanz allein würde ſie hierzu nicht geſchickt machen.

Schmelz- barkeit. 3. Sie können durch die Einwirkung der Hitze in Fluß gebracht werden, und ſelbſt dann bleiben ſie undurchſichtig. Dadurch werden ſie geſchickt in Formen gegoſſen, und in jede beliebige Geſtalt verarbeitet zu werden. Die verſchiedenen Metalle bieten in Rückſicht der Schmelzbarkeit große Verſchiedenheiten dar. Das Queckſilber iſt ſo ſchmelzbar, daß es bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre flüſſig iſt, während andre Metalle ſo ſtrengflüſſig ſind, daß ſie, wie das Platin nur bei dem ſtärkſten Feuersgrade, den man hervorzubringen vermögend iſt, in Fluß gerathen.

Gewicht. 4. Das ſpecifiſche Gewicht der Metalle iſt größer, als das der andern Körper. Antimonium, das zu den leichteſten gehört, iſt ſechsmal ſchwerer als Waſſer; und das

ſpecifiſche Gewicht des Platins, des ſchwerſten unter allen bekannten Metallen, iſt 23, das des Waſſers gleich 1 geſetzt. Ohne Zweifel trägt dieſe große Dichtheit ſehr viel dazu bei, daß eine große Menge Lichtſtrahlen zurückgeworfen werden, wodurch der metalliſche Glanz hervorgebracht wird.

Fähigkeit zu leiten. 5. Die Metalle ſind unter allen Naturkörpern mit denen bis jetzt Verſuche angeſtellt worden ſind, die beſten Leiter für die Elektricität.

Härte. 6. Keines der Metalle iſt außerordentlich hart, allein einige können, durch Kunſt ſo ſehr gehärtet werden, daß ſie alle übrigen Körper an Härte übertreffen. Daher kann man ſich des Stahls zu einer großen Menge ſchneidender Werkzeuge bedienen; zu ähnlichen Zwecken bedienten ſich die Alten einer Miſchung aus Kupfer und Zinn.

Elaſticität. 7. Die Elaſticität der Metalle hängt von ihrer Härte ab, und kann durch dieſelben Hülfsmittel wie die Härte vermehrt werden. So ſind die Uhrfedern welche aus Stahl verfertigt werden, vollkommen elaſtiſch, ungeachtet Eiſen in ſeinem natürlichen Zuſtande nur wenig Elaſticität beſitzt.

Streckbarkeit. 8. Eine der wichtigſten Eigenſchaften iſt die **Streckbarkeit**, hierunter verſtehet man die Eigenſchaft durch Schläge mit dem Hammer breit geſchlagen und ausgedehnt zu werden. Dieſe Eigenſchaft welche den Metallen eigenthümlich iſt, ſetzt uns in Stand ihnen jede beliebige Forme zu ertheilen; und ſie zu den verſchiedenen Werkzeugen deren wir benöthigt ſind, zu verarbeiten. Nicht alle Metalle haben dieſe Eigenſchaft, merkwürdig iſt es aber, daß alle diejenigen welche den Alten bekannt waren, dieſe Eigenſchaft beſitzen. Die Hitze vermehrt dieſe Eigenſchaft

ungemein. Das Hämmern macht die Metalle härter und dichter.

Dehnbarkeit. 9. Eine andre Eigenſchaft, welche gleichfalls einigen Metallen fehlt, iſt die Dehnbarkeit; hierunter verſteht man die Eigenſchaft, dieſelben dadurch, daß man ſie durch Oeffnungen von verſchiedenem Durchmeſſer treibt, zu Drath zu ziehen.

Zähigkeit. 10. Die Dehnbarkeit hängt gewiſſermaßen von einer andern Eigenſchaft, der Zähigkeit, ab. Dieſe mißt man durch ein Gewicht, das an das Ende eines Drathes von einem gegebenen Durchmeſſer aufgehangen werden kann, ohne daß der Drath zerreißt. Es findet in Anſehung der Zähigkeit unter den Metallen eine beträchtliche Verſchiedenheit ſtatt. Ein Eiſendrath, der $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer hat, trägt, ohne zu zerreißen, ein Gewicht von 500 Pfunden, da hingegen ein Bleidrath von demſelben Durchmeſſer nur etwa 29 Pfund trägt.

Kalcination 11. Werden die Metalle der Einwirkung der Hizze und Luft ausgeſetzt, ſo verlieren die meiſten derſelben ihren Glanz, und werden in erdähnliche Pulver von verſchiedener Farbe und Eigenſchaften nach Verſchiedenheit des Metalls und des angewandten Feuergrades verwandelt. Einige Metalle entzünden ſich ſogar, wenn ſie einem ſtarken Feuersgrade ausgeſetzt werden, der nach erfolgtem Verbrennen bleibende Rückſtand iſt dieſelbe erdähnliche Subſtanz, welche Metallkalk genannt worden.

Reduktion. 12. Wird ein ſo genannter Metallkalk mit Kohlenpulver vermiſcht in einem ſchicklichen Gefäße der Einwirkung des Feuers ausgeſetzt, ſo wird derſelbe wieder in dasjenige Metall verwandelt, aus dem er gebildet worden. Aus

Stahls Meinung in Anſehung ihrer Beſtandtheile.

dieſen Erſcheinungen folgerte Stahl, daß die Metalle aus Erde und Phlogiſton beſtehen. Seiner Meinung zufolge gab es nur eine uranfängliche Erde, die nicht allein die Baſis aller derer Subſtanzen, die mit dem Nahmen Erden belegt werden, ſondern auch die Grundlage aller Metalle ausmachen ſollte. Er fand aber, daß es unmöglich ſey, eine bloße Erde mit Phlogiſton zu verbinden, und nahm daher mit Bechern an, daß es außer der Erde und dem Phlogiſton noch einen andern Beſtandtheil gebe, welcher in die Zuſammenſetzung der Metalle eingehe. Dieſes Princip nannte Becher die merkurialiſche Erde, weil ſie ſeiner Meinung zufolge in vorzüglicher Menge im Queckſilber angetroffen wird, ſie war nach ihm äußerſt flüchtig, und entwich während der Kalcination. Einige Chemiſten behaupteten ſogar, daß man dieſe Erde in dem Ruß derjenigen Rauchfänger antreffe, unter denen Metalle kalcinirt worden.

Man erkannte bald einen weſentlichen Mangel dieſer Theorie. Das Metall welches zur Entſtehung des Metallkalkes Gelegenheit gegeben, läßt ſich, wenn letzterer mit irgend einer Subſtanz die Phlogiſton enthält, erhitzt wird, in ſeiner urſprünglichen Geſtalt wieder darſtellen. Entweichet die merkurialiſche Erde während dem Verbrennen, ſo kann ſie unmöglich eine zur Bildung der Metalle unerlaßliche Bedingung ſeyn, indem dieſelben auch ohne jene Erde ſich darſtellen laſſen. Iſt dieſe hingegen ſtets mit dem Kalke verbunden, ſo fehlt es gänzlich an Beweiſen für das Daſeyn derſelben. Dieſe Gründe nöthigten die Chemiſten die merkurialiſche Erde völlig aufzugeben, und zu folgern, daß die Metalle nur allein aus Erde und Phlogiſton beſtehen.

Verbeſſert durch Henkel. Iſt aber das letztere der Fall, ſo frägt es ſich, warum ſich dieſe beide Subſtanzen nicht durch Kunſt verbinden laſſen? Henkel war der erſte, welcher eine Löſung dieſer Schwierigkeit verſuchte. Nach ihm ſind metalliſche Erde und Phlogiſton von ſo heterogener Natur, daß es für die Kunſt äußerſt ſchwer, ja ſogar unmöglich iſt, eine Vereinigung derſelben einzuleiten: hat hingegen die Natur hierzu den Anfang gemacht, ſo iſt es leicht das angefangene zu vollenden. Noch iſt es nicht geglückt den Metallen durch Kalcination alles Phlogiſton zu entziehen; ein Antheil deſſelben bleibt ſtets mit den Metallkalken vereinigt. Dieſer Ueberreſt von Phlogiſton macht es ſo leicht, ſie wieder in metalliſchem Zuſtande darzuſtellen. Würde die Kalcination lange genug fortgeſetzt, und durch dieſelbe den Metallen alles Phlogiſton entzogen, ſo würden dieſe in den Zuſtand andrer Erden verſetzt werden; dann würde es eben ſo ſchwer ſeyn, ſie in Metalle zu verwandeln, oder nach dem chemiſchen Ausdrucke ſie wieder herzuſtellen oder zu reduciren. Dem zufolge finden wir, daß, je vollſtändiger die Kalcination eines Metalls erfolgt iſt, um ſo ſchwieriger die Reduktion deſſelben ſey.

Und Bergmann. Dieſe Erklärung fand eine günſtige Aufnahme. Nachdem man aber die karakteriſtiſchen Eigenſchaften der verſchiedenen Erden genauer kennen lernte, und die verſchiedenen Metallkalke ſorgfältiger unterſuchte, ſo fand man, daß die Metallkalke in mehreren Stücken ſich ſowohl von den Erden, als auch unter ſich unterſcheiden. Wollte man ſie daher für eine und dieſelbe Subſtanz erklären, ſo würde man weiter gehen, als wozu Verſuche und Beobachtungen berechtigten, ja man würde dem, was Erfahrung lehrt,

offenbar den Krieg erklären. Man ſchloß demnach, daß jedes beſondere Metall aus einer beſondern Erde und Phlogiſton beſtehe. Dieſe ſo modificirte Anſicht wurde vorzüglich von Bergmann in die Chemie eingeführt.

Noch waren bei der Kalcination mehrere Phänomene vorhanden, welche die ganze Zeit hindurch auf eine unbegreifliche Art überſehen worden. Alle Metallkalke ſind beträchtlich ſchwerer, als die Metalle, aus denen ſie erhalten worden. Boyle hatte dieſen Umſtand bemerkt, und ſchrieb ihn einem gewiſſen Quantum Feuer zu, das, ſeiner Meinung nach, während der Kalcination ſich mit dem Metalle vereinigte *). Die folgenden Chemiſten ſchenkten dieſer Bemerkung wenig Aufmerkſamkeit, bis Lavoiſier ſeine merkwürdigen Verſuche über die Kalcination in den Pariſer Abhandlungen vom Jahre 1774 bekannt machte. Er ſchüttete 8 Unzen Zinn in eine weite Glasretorte, deren Hals in eine dünne Röhre ausgezogen war, um damit ſie leicht zum Schmelzen gebracht werde. Die Retorte wurde langſam erhitzt, bis das Zinn anfing zu ſchmelzen, und hierauf hermetiſch verſiegelt. Durch das vorhergegangene Erhitzen wurde ein Theil der Luft herausgetrieben, dieſes war nöthig, um das Zerſpringen der Retorte zu verhindern. Hierauf wurde die Retorte, welche 250 Kubikzoll Inhalt hatte, auf das genaueſte gewogen, und wieder aufs Feuer gebracht. Das Zinn fing bald an zu ſchmelzen, und ſeine Oberfläche bedeckte ſich mit einem Häutchen, welches nach und nach in ein graues Pulver verwandelt wurde, dieſes ſank bei geringem Schütteln auf den Boden des flüſſigen Metalls: kurz das Zinn wur-

Wird von Lavoiſier widerlegt.

---

*) Fire and flame weighed. Shaw's Boyle II, 388.

de zum Theil in Kalk verwandelt. Dieſer Proceß dauerte drei Stunden; hierauf rückte die Kalcination nicht weiter fort, und das Metall wurde nicht ferner verändert. Die Retorte wurde nunmehr aus dem Feuer genommen und gewogen, wo dann ihr Gewicht unverändert gefunden wurde. Hieraus erſieht man, daß ſich keine neue Subſtanz mit den in der Retorte befindlichen Subſtanzen verbunden hat, und daß mithin die Zunahme des Gewichts keinesweges, wie Boyle vermuthete, der Figirung des Feuers zugeſchrieben werden kann *).

Nachdem die Spitze der Retorte abgebrochen worden war, drang die äußere Luft mit Geräuſch ein, und das Gewicht der Retorte wurde um zehn Gran vermehrt. Es müſſen mithin zehn Gran Luft eingedrungen, folglich eben ſo viel Luft während der Kalcination verzehrt worden ſeyn. Da das Metall nebſt dem Kalke gewogen wurden, ſo fand man, daß ſie zehn Gran an Gewicht zugenommen hatten; mithin iſt die verſchwundene Luft vom Metall abſorbirt worden; da ferner der Theil Zinn, welcher ſich im metalliſchen Zuſtande befand, unverändert war, ſo muß ſich die Luft nothwendig mit dem Metallkalke verbunden haben. Die Gewichtszunahme der Metalle bei der Kalcination rührt demnach von der Vereinigung derſelben mit der Luft her **). Allein es war keines-

---

*) Dieſer Verſuch iſt von Boyle mit demſelben Erfolg angeſtellt worden. Er zog darum einen falſchen Schluß, weil er die Beſchaffenheit der im Gefäße enthaltenen Luft nicht unterſuchte. Shaw's Boyle II, 391.

**) Merkwürdig iſt es, daß Johann Rey, ein Arzt aus Perigord, ſchon im Jahre 1730 dieſe Erſcheinung derſelben Urſache zuſchrieb. Die Schriften dieſes Mannes zogen aber wenig

weges alle im Gefäße enthaltene Luft verzehrt worden, und deſſenungeachtet wollte die Kalcination nicht weiter fortrük-ken. Mithin iſt es nicht der ganze Antheil Luft, ſondern nur ein Beſtandtheil derſelben, welcher ſich mit den Metallkalken verbindet. Durch die ſpätern Entdeckungen von Prieſtley, Scheele und Lavoiſier ſelbſt, iſt es außer Zweifel geſetzt worden, daß der nach der Kalcination bleibende Rückſtand ſtets Stickgas ſey. Hieraus folgt alſo, daß ſich nur der Sauerſtoff mit den Metallkalken verbindet, und daß der Metallkalk keine einfache, ſondern eine zuſammengeſetzte Subſtanz ſey.

Lavoiſier bemerckte, daß das Gewicht des Metallkalkes ſtets dem Gewichte des angewandten Metalls, und dem des abſorbirten Sauerſtoffes zuſammengenommen gleich ſey. Nun entſtand die Frage: „Verlieren die Metalle während der Kalcination irgend einen Beſtandtheil, enthalten ſie mithin Phlogiſton? Lavoiſier ſelbſt warf dieſe Frage auf, und beantwortete ſie durch eine Reihe ſinnreicher Verſuche und Beobachtungen. Die Metalle werden nur dann, wenn ſie mit Sauerſtoff in Berührung ſind, und im Verhältniß wie

Aufmerkſamkeit auf ſich, wurden ganz vergeſſen, bis dieſe Behauptung durch Lavoiſier's Verſuche außer allen Zweifel geſetzt wurde. Auch Mayow ſchrieb im Jahre 1674 die Gewichtszunahme der Metalle bei der Kalcination der Verbindung derſelben mit dem Sauerſtoffe zu: „Quippe vix concipi poteſt (ſagt er) unde augmentum illud antimonii (calcinati) niſi a particulis nitro aëreis igneisque inter calcinandum *fixis* procedat." Tract. p. 28. „Plane ut antimonii fixatio non tam a ſulphuris ejus externi aſſumptione quam particulis nitro aëreis, quibus flamma nitri abundat, ei *infixis* provenire videatur." Ibid. pag. 29.

ſie ſich mit demſelben verbinden, kalcinirt. Dem zufolge abſorbiren ſie nicht allein Sauerſtoff, ſondern dieſe Abſorbtion iſt auch unumgänglich erforderlich, wenn das Metall in den Zuſtand eines Kalkes übergehen ſoll. Wird Queckſilberkalk in Verbindung mit dem pneumatiſch chemiſchen Apparat in einer Retorte erhitzt, bis die Temperatur 1000° iſt, ſo wird er in reines Queckſilber verwandelt, zugleich wird eine beträchtliche Menge Sauerſtoff im gasförmigen Zuſtande entbunden. Da dieſer Verſuch in einem verſchloſſenen Gefäße vorgenommen wurde, ſo konnte ſich keine neue Subſtanz mit dem Metalle verbinden. Der Metallkalk wurde demnach ohne Phlogiſton im metalliſchen Zuſtande dargeſtellt. Das Gewicht des Metalles iſt mit dem des erhaltenen Sauerſtoffgaſes zuſammengenommen, genau dem Gewichte des Metallkalkes gleich; mithin iſt gar kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß im Queckſilber Phlogiſton enthalten ſey. Die Kalcination deſſelben iſt lediglich eine Folge der Verbindung deſſelben mit dem Sauerſtoffe *). Die Kalke des Bleies, Silbers und Gol-

---

*) Der Verſuch wurde von Bayen im Jahre 1774 angeſtellt. Dieſer Naturforſcher überzeugte ſich früher als Lavoiſier, daß nicht in allen Metallen Phlogiſton enthalten ſey. „Ces experiences (ſind ſeine Worte) vont nous detromper. Je ne tiendrai plus le langage des disciples de *Stahl*, qui seront forcé de restreindre la doctrine sur le phlogistique, ou d'avouer que les precipités mercuriales, dont je parle, ne sont pas de chaux metalliques, ou enfin qu'ilya des chaux qui peuvent se reduire sans le concours de phlogistique. Les experiences que j'ai faites me forcent de conclure que dans la chaux mercuriale dont je parle, le mercure doit sont *état calcaire*, *non à la perte du phlogistique* qu'il na pas essuyée, *mais a sa combinaison intime avec le fluide elastique*, dont le poids ajouté à celui du mercure est la seconde cause de l'augmentation de pesanteur qu'on ob-

des laſſen ſich genau auf dieſelbe Art zerlegen; und Van Marum zerſetzte mit Hülfe der großen Elektriſir-Maſchine gleichfalls die Kalke des Zinnes, Zinkes und Antimoniums und trennte das Metall von dem Sauerſtoffe *). Dieſelben Schlüſſe finden auch in Rückſicht dieſer Metalle ſtatt. Alle Metallkalke laſſen ſich zerſetzen, wenn man ihnen Subſtanzen darbietet, die eine größere Verwandſchaft zum Sauerſtoff als ſie haben. Aus dieſem Grunde iſt das Kohlenpulver ein ſo kräftiges Mittel die Metallkalke zu reduciren; wird es mit ihnen vermiſcht, und die Miſchung in einem ſchicklichen Gefäße in Verbindung mit dem pneumatiſchen Apparate erhitzt, ſo laſſen ſich die hiebei ſtattfindenden Erſcheinungen leicht beobachten. Während der Reduction geht eine beträchtliche Menge kohlenſaures Gas über, deſſen Gewicht nebſt dem des erhaltenenen Metalles ſoviel beträgt, als das des Metallkalkes, und der angewandten Kohle; in dieſer müſſen alſo alle Beſtandtheile der erhaltenenen Produkte befindlich ſeyn; und es iſt bekannt, daß kohlenſaures Gas aus Kohle und Sauerſtoff beſteht. Während des Proceſſes verbindet ſich demnach der Sauerſtoff des Kalkes mit der Kohle, und das Metall bleibt zurück. Es iſt mithin außer allem Zweifel, daß alle Metallkalke aus dem ganzen Metalle das ſich mit Sauerſtoff verbunden hat, beſtehen; und daß die Kalcination eben ſo wie das Verbrennen ein Reſultat dieſer Verbindung ſey. Alle Metalle müſſen demnach bei dem jetzigen Zuſtande der Wiſ-

---

serve dans les precipités que j'ai soumis à l'examen." Jour. de Phys. 1774. pages 283, 295. — Dadurch, daß Lavoiſier mit dieſer Abhandlung von Bayen bekannt wurde, wurde ſeine Aufmerkſamkeit auf dieſen Gegenſtand geleitet.

*) Jour. de Phys. 1785.

ſenſchaft für einfache Subſtanzen erklärt werden, denn noch hat es der chemiſchen Kunſt nicht gelingen wollen ſie zu zerlegen.

Erklärung eines Oxyde und der Oxydation. Die Worte Kalk und Verkalkung ſind offenbar unpaſſend, indem ſie falſche Begriffe veranlaſſen; ſtatt ihrer ſollen in der Folge die Wörter Oxyde und Oxydation, die zuerſt durch die franzöſiſchen Chemiſten eingeführt worden ſind, gebraucht werden. Ein metalliſches Oxyde bezeichnet die Verbindung des Metalles mit dem Sauerſtoff, und Oxydation bezeichnet den Aktus dieſer Verbindung.

Die Metalle verbinden ſich mit dem Sauerſtoffe. 13. Alle Metalle ſind demnach fähig ſich mit dem Sauerſtoffe zu verbinden; dieſe Verbindung erfolgt zuweilen ohne Verbrennen. Die neuen Zuſammenſetzungen die hierdurch gebildet werden, werden metalliſche Oxyden, in einigen Fällen metalliſche Säuren genannt. Die Metalle können ſich mit verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und dem zufolge verſchiedene Arten von Oxyden oder Säuren darſtellen. Sonſt bediente man ſich der Farbe derſelben als Unterſcheidungszeichen. Eines dieſer Oxyden wurde rothes, ein anderes ſchwarzes Oxyde genannt, jetzt weiß man aber, daß ein und daſſelbe Oxyde nach Verſchiedenheit der Umſtände verſchiedene Farben anzunehmen fähig iſt. Der von der Farbe entlehnten Bezeichnung fehlt mithin Präciſion, und ſie kann zu Irrthümern führen, vorzüglich da es Fälle giebt, wo zwei verſchiedene Oxyden deſſelben Metalls dieſelbe Farbe haben.

Nomenklatur der Oxyden. Da es unumgänglich nöthig iſt, daß man die verſchiedenen Oxyden des Metalls mit der erforderlichen Genauigkeit von einander unterſcheiden könne, und da

die gegenwärtige chemiſche Nomenklatur in dieſer Rückſicht unvollkommen iſt, ſo werde ich, bis eine ſchicklichere Bezeichnung eingeführt worden, ſie dadurch von einander unterſcheiden, daß ich dem Wort Oxyde die erſte Sylbe der griechiſchen Zahlwörter vorſetze. So wird Protoxyde das mit einem Minimum von Sauerſtoff verbundene Metall bezeichnen, oder das Oxyde des erſten Grades; Deutoxyde wird das Oxyde des Metalls das mit der nächſtfolgenden Menge Sauerſtoff verbunden iſt, oder das Oxyde des zweiten Grades anzeigen *). Hat ſich ein Metall mit der größtmöglichen Menge Sauerſtoff vereinigt, ſo werde ich die dadurch entſtandene Verbindung Peroxyde nennen, ein Ausdruck welcher zu erkennen giebt, daß das Metall durchgängig oxydirt ſey **).

So dient das Wort Oxyde dazu, um die Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Metall im Allgemeinen zu bezeichnen. Die Worte Protoxyde und Peroxyde drücken die äußerſten Grenzen der Oxydation aus, jenes die Verbindung des Metalls mit dem Minimum, dieſes die Verbindung des Metalls mit dem Maximum von Sauerſtoff; die Bezeichnungen Deutoxyde, Tritoxyde u. ſ. w. dienen dazu die

---

*) Dieſelben Erklärungsgründe dienen dazu, die Bedeutung der Bezeichnungen Tritoxyde, Tetoxyde, Pentoxyde, Hectoxyde zu beſtimmen.

**) Etymologen werden gegen dieſe Bezeichnung erinnern, daß ſie eine heterogene aus einem griechiſchen und lateiniſchen Worte gebildete Zuſammenſetzung ſey; allein dieſer Fehler iſt, wofern es ja einer iſt, ſehr oft bei Bildung chemiſcher Bezeichnungen begangen worden. Die Hauptſache bei der Wahl von Wortzeichen iſt, daß ſie präcis, und nicht zu weitläuftig und unbehülflich ſind.

Zwiſchengrade der Oxydation zwiſchen jenen äußerſten Punkten anzugeben.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. 14. Die Metalle verbinden ſich gleichfalls mit den einfachen brennbaren Stoffen. Man bezeichnet dieſe Verbindungen, indem man als Beiwort den brennbaren Stoff mit der Endigung haltig demjenigen Metalle vorſetzt, mit dem er eine Vereinigung eingegangen iſt. So nennt man die Verbindung des Metalls mit Schwefel, Phosphor oder Kohle, ſchwefelhaltiges, phosphorhaltiges oder kohlenſtoffhaltiges Metall. Von dem Waſſerſtoffe iſt es eben ſo wenig, als von den einfachen unverbrennlichen Körpern, erwieſen, daß er ähnliche Verbindungen eingehe.

Und unter einander. 15. Auch die Metalle ſind geſchickt, Verbindungen mit einander einzugehen und Zuſammenſetzungen zu bilden, von denen einige für Künſte und Gewerbe von größtem Nutzen ſind. So iſt das Loth der Bleigießer eine Verbindung von Blei und Zinn; Meſſing, eine Zuſammenſetzung aus Kupfer und Zink; Glockenmetall, eine Verbindung aus Kupfer und Zinn. Die Metallgemiſche bekommen den beſondern Nahmen Amalgame, wenn eins der zur Zuſammenſetzung gewählten Metalle Queckſilber iſt. So wird die Verbindung des Queckſilbers mit Golde Goldamalgam genannt.

16. Wir zählen jetzt 23 Metalle; von dieſen waren vor dem Jahre 1730 nur 11 bekannt. Sie laſſen ſich füglich eintheilen: 1) In ſtreckbare Metalle; 2) in ſpröde und leicht ſchmelzbare Metalle; und 3) in ſpröde und ſtrengflüſſige Metalle. Nachſtehende Tabelle enthält die Metalle nach dieſen verſchiedenen Klaſſen abgetheilt.

I. Streckbare Metalle.

1. Gold.
2. Platin.
3. Silber.
4. Queckſilber.
5. Kupfer.
6. Eiſen.
7. Zinn.
8. Blei.
9. Nickel.
10. Zink.

II. Spröde und leicht ſchmelzbare Metalle.

1. Wismuth.
1. Antimonium.
3. Tellurium.
4. Arſenik.

III. Spröde und ſtrengflüſſige Metalle.

1. Kobalt.
2. Magneſium.
3. Scheelium.
4. Molybdänum.
5. Uranium.
6. Titanium.
7. Chromium.
8. Columbium.
9. Tantalium.

Die der erſten Klaſſe angehörenden Metalle wurden ſonſt vorzugsweiſe Metalle genannt, weil ſie ſich hämmern oder zu Drathe ziehen, oder auch beides zugleich laſſen; die übrigen wurden Halbmetalle genannt, weil ſie ſpröde waren. Jetzt hat man aber dieſen Unterſchied gänzlich aufgegeben; und es mußte auch, wie Bergmann richtig bemerkt, geſchehen, da er auf einer ganz falſchen Vorausſetzung beruhet, und zu falſchen Vorſtellungen führt. Die vier erſten Metalle wurden edle oder vollkommene Metalle genannt, weil die Oxyden derſelben durch bloße Einwirkung der Hitze reducirbar ſind; die darauf folgenden viere wurden unvollkommne Metalle genannt, weil man die Oxyden derſelben, ohne Zuſatz einer brennbaren Subſtanz, nicht für redu-

cirbar hielt; allein auch dieſer Unterſchied iſt als unſtatthaft aufgegeben worden.

Erſter Abſchnitt.

Vom Golde.

I. Die Menſchen ſcheinen das Gold von den früheſten Zeiten her gekannt zu haben. Die Eigenſchaften und die Seltenheit deſſelben haben ihm einen höhern Preis als den übrigen Metallen verſchafft.

1. Es hat eine orange oder röthlich gelbe Farbe, und keinen merklichen Geruch und Geſchmack. Sein Glanz iſt beträchtlich, es ſtehet in dieſer Rückſicht nur dem Platin, Stahl, Silber und Queckſilber nach.

2. Seine Härte iſt gleich $6\frac{1}{2}$ *): ſein ſpecifiſches Gewicht 19, 3.

---

*) Ich habe mich in dieſem ganzen Werke der Methode von Kirwan die verſchiedenen Grade der Härte durch Zahlen auszudrücken bedient. Kirwans eigne Erläuterung, welche ich hier beifüge, wird über die Bedeutung dieſer Zahlen keine Dunkelheit laſſen.

3) Bedeutet die Härte des Kalkes.

4) Einen höhern Grad von Härte, die jedoch Eindrücke vom Nagel annimmt.

5) Was nicht mehr Eindrücke vom Nagel annimmt, aber mit Leichtigkeit und ohne das harte Stellen fühlbar ſind, vom Meſſer angegriffen wird.

6) Was ſchwerer vom Meſſer angegriffen wird.

7) Was kaum vom Meſſer angegriffen wird.

8) Was ſich nicht mit dem Meſſer ſchaben läßt, allein mit dem Stahle keine Funken giebt.

Streckbarkeit. Es übertrifft jede andre Subſtanz an Streckbarkeit und Dehnbarkeit. Man kann es zu ſo dünnen Blättchen ſchlagen, daß ein Gran Gold eine Fläche von 56,75 Quadrat-Zollen bedeckt. Die Dicke dieſer Blättchen beträgt nur $\frac{1}{282000}$ Zoll. Die Lage Gold mit welcher ein vergoldeter Silberdrath überzogen iſt, hat ſogar nur $\frac{1}{12}$ von der angegebenen Dicke jener Blättchen. Eine Unze Gold mit der ein Silberdrath vergoldet worden, läßt ſich zu einer Länge von mehr als 1300 engliſchen Meilen ausziehen *).

Zähigkeit. 4. Die Zähigkeit dieſes Metalls iſt beträchtlich, ungeachtet es in dieſer Rückſicht dem Eiſen, Kupfer, Platin und Silber nachſtehet. Aus Sickingens Verſuchen geht hervor, daß ein Golddrath der 0,078 Zoll im Durchmeſſer hat, ein Gewicht von 150,07 Pfund ohne zu zerreißen tragen kann **).

Einwirkung der Hitze. 5. Es ſchmilzt bei dem 32 Grade nach Wedgwood's Pyrometer ***). Das fließende Gold hat eine glänzende bläulicht grüne Farbe. Es dehnt ſich während dem Schmelzen aus, und zieht ſich beim Feſtwerden mehr als die meiſten andern Metalle zuſammen: dieſer Eigenſchaft wegen iſt es weniger geſchickt in Formen ausgegoſſen zu werden.

Um es zu verflüchtigen wird ein ſehr heftiger Feuersgrad

---

9) Was mit dem Stahle wenige ſchwache Funken giebt.

10) Was viele und lebhafte Funken giebt. Kirwan's Mineralogy I, 38.

*) Shaw's Boyle I, 404.

**) Ann. de Chim. XXV, 9.

***) Nach der Schätzung der Dijoner Akademiſten ſchmilzt es bei 1298° Fahrenheit; nach Mortimer bei 1301°.

erfordert: es iſt mithin nach dem Ausdrucke der Chemiſten ausnehmend feuerbeſtändig, Boyle und Kunkel ſetzten es mehrere Monate lang der Hitze eines Glasmacherofens aus, ohne daß es verändert wurde, es verlor auch nicht merklich an ſeinem Gewichte, als es mehrere Stunden lang dem Brennpunkte des Parkerſchen Brennglaſes ausgeſetzt wurde*). Homberg bemerkte jedoch, daß wenn eine ſehr geringe Menge Gold im Fluß erhalten wird, daſſelbe ſich zum Theil verflüchtigt. Dieſe Beobachtung iſt durch Macquer beſtätigt worden, dieſer bemerkte, daß ſich dieſes Metall als Dampf zu einer Höhe von fünf bis ſechs Zollen erhebt, und eine darüber gehaltene Silberplatte vergoldet. Lavoiſier beobachtete daſſelbe als er Silber über Gold das durch Feuer welches mit Sauerſtoffgas angefacht wurde (wodurch eine ungleich größere Hitze hervorgebracht wird, als wenn man ſich hierzu der athmosphäriſchen Luft bedient) ſchmelzen ließ.

Nach dem Schmelzen nimmt es unter günſtigen Umſtänden eine kryſtalliniſche Geſtalt an. Tillet und Mongez erhielten es in kurzen vierſeitigen Pyramiden.

6. Die Einwirkung der Luft verändert das Gold nicht, es verliert dadurch nicht einmal ſeinen Glanz. Auch das Waſſer hat keine Wirkung auf daſſelbe.

Zwei Oxyden. II. Unter gewiſſen Umſtänden gehet es aber deſſen ungeachtet eine Verbindung mit dem Sauerſtoff ein, und kann ſogar im Brand gerathen, die hierdurch entſtehende Zuſammenſetzung iſt ein Oxyde des Goldes. Es giebt zwei verſchiedene Oxyden dieſes Metalles: das Protoxyde hat eine purpurrothe oder violette, das Peroxyde eine gelbe Farbe.

c. Prot-oxyde.

4. Das Gold muß beträchtlich erhitzt werden, ehe es Sauerſtoff aus der athmosphäriſchen Luft annehmen kann. Es kann lange rothglühend erhalten werden, ehe eine ſolche Veränderung erfolgt. Homberg bemerkte aber doch, daß wenn er es dem Brennpunkte des Tſchirnhauſenſchen Brennglaſes ausſetzte, ſich die Oberfläche des ſchmelzenden Goldes mit einem purpurrothen Oxyde bedeckte; die Richtigkeit dieſer Beobachtung wurde durch Macquer außer allen Zweifel geſetzt, der ähnliche Verſuche mit einem ungleich wirkſamern Brennglaſe anſtellte. Camus bemerkte gleichfalls im Jahre 1773, daß wenn er den elektriſchen Funken durch Goldblättchen welche er zwiſchen zwei Glasplatten legte ſchlagen, oder eine ſtarke Entladung über eine vergoldete Oberſtäche gehen ließ, im beiden Fällen das Metall oxydirt wurde, und eine purpurrothe Farbe annahm. Mehrere Naturforſcher bezweifelten es, daß unter den angeführten Umſtänden eine wirkliche Oxydation des Goldes ſtatt finde, allein die Verſuche von Van Marum haben hierüber keinen Zweifel weiter gelaſſen. Als dieſer die Funken der großen Teylerſchen Elektriſir-Maſchine durch einen in der freien Luft aufgehängten Golddrath ſchlagen ließ, ſo entzündete er ſich, brannte mit einer grünlichen Flamme, verflüchtigte ſich ganz als Dampf, und dieſer verhielt ſich da er geſammelt wurde, als ein purpurfarbenes Goldoxyde. Nach Van Marum erfolgt dieſes Verbrennen nicht allein in athmosphäriſcher Luft, ſondern auch in Waſſerſtoffgaſe und andere Gasarten die nicht im Stande ſind das Verbrennen zu unterhalten. Dieſe auffallende Beobachtung muß noch durch andere Verſuche beſtätigt werden, ehe ſich hieraus Folgerungen ziehen laſſen. Jetzt kann man das Verbrennen des Gol-

des ſehr leicht vermittelſt der galvaniſchen Batterie bewerkſtelligen *). Ich habe ein Verbrennen des Golddrathes dadurch bewirkt, daß ich denſelben einem brennenden Strome einer Miſchung aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas ausſetzte. In allen den Fällen in welchen Gold verbrannt wird, wird wie aus allen Verſuchen hervorgehet das Protoxyde oder purpurfarbene Oxyde des Goldes gebildet.

2. Peroxyde. 2. Das Peroxyde oder gelbe Oxyde des Goldes läßt ſich durch folgendes Verfahren darſtellen: Man miſcht gleiche Theile Salpeter- und Salzſäure **) und übergießt damit das Gold; es erfolgt ein Aufbrauſen, das Gold wird nach und nach aufgelöſt, und die Flüſſigkeit nimmt eine gelbe Farbe an. Man ſieht leicht ein unter welchen Umſtänden eine ſolche Auflöſung erfolgt. Kein Metall wird von einer Säure aufgelöſt, es ſey denn, daß es vorher in ein Oxyde verwandelt worden. Zwiſchen dem Oxyde des Goldes und der Salzſäure findet eine beträchtliche Verwandſchaft ſtatt. Die Salpeterſäure liefert dem Golde den Sauerſtoff, und die Salzſäure löſet das Oxyde auf, ſo wie es gebildet wird. Iſt der Salpeterſäure der größte Theil ihres Sauerſtoffes entzogen worden, ſo geht ſie in einen gasförmigen Zuſtand über, und wird alsdann Salpetergas genannt. Von der Entwickelung dieſer Gasart rührt das Aufbrauſen her, welches dieſe Auflöſung begleitet. Das Oxyde des Gol-

*) Die Art, wie dieſer Verſuch angeſtellt wird, ſoll in der Folge beſchrieben werden.

**) Dieſe Miſchung wurde von der Eigenſchaft, die ſie beſitzt, Gold aufzulöſen, ſonſt Aqua Regis genannt, weil bei den Alchemiſten das Gold der König der Metalle genannt wurde, jetzt wird ſie ſalpetrige Salzſäure genannt.

des läßt ſich aus ſeiner Auflöſung dadurch fällen, daß man in dieſe eine Auflöſung von Kali, oder noch beſſer der Kalkerde in Waſſer gießt, dieſe beide Subſtanzen haben eine nähere Verwandſchaft zur Salzſäure als das Goldoxyde.

Mittel ſie zu zerſetzen. Die Oxyden des Goldes laſſen ſich in verſchloſſenen Gefäßen durch bloße Einwirkung der Hitze zerſetzen. Das Gold bleibt feuerbeſtändig zurück, und der Sauerſtoff entweicht in einem gasförmigen Zuſtande. Auch alle diejenigen Subſtanzen welche eine größere Verwandſchaft zum Sauerſtoff als das Gold haben, zerſetzen dieſe Oxyden.

Wirkung der brennbaren Körper. III. Bis jetzt hat es nicht gelingen wollen, eine Verbindung zwiſchen dem Golde und Schwefel, Kohle, oder Waſſerſtoff zu bewirken. Pelletier verband es mit Phosphor indem er in einen Schmelztiegel eine halbe Unze Gold mit einer Unze Phosphorglas *) und Kohlenpulver zuſammenſchmolz. Das phosphorhaltige Gold, welches er bei dieſem Verſuche erhielt, war brüchig, weißer als Gold und hatte ein kryſtalliniſches Anſehen. Es beſtand aus 23 Theilen Gold und einem Theile Phosphor **). Er erhielt dieſelbe Zuſammenſetzung, wenn er kleine Stückchen Phosphor in ſchmelzendes Gold warf ***). Phosphor iſt mithin die einzige von den brennbaren Subſtanzen, die fähig iſt, eine Verbindung mit dem Golde einzugehen.

Phosphorhaltiges Gold.

IV. Mit den einfachen unverbrennlichen Körpern, geht das Gold ſo weit wie bis jetzt unſere Kenntniſſe reichen, keine Verbindung ein.

V. Allein

---

*) Phosphorſäure bis zur Trockene verdunſtet, und dann geſchmolzen.

**) Ann. de Chim. I, 71.

***) Ann. de Chim. XIII, 104.

V. Allein mit der Mehrzahl der Metalle verbindet ſich das Gold leicht, und bildet mannigfaltige Metallgemiſche.

VI. Bergmann giebt folgendermaßen die Verwandſchaft des Goldes und ſeiner Oxyden gegen andere Subſtanzen an:

Gold.	Oxyden des Goldes.
Queckſilber.	Salzſäure.
Kupfer.	Salpeterſäure.
Silber.	Schwefelſäure.
Blei.	Arſenikſäure.
Wismuth.	Flußſäure.
Zinn.	Weinſteinſäure.
Antimonium.	Phosphorſäure.
Eiſen.	Blauſäure.
Platin.	
Zink.	
Nickel.	
Arſenik.	
Kobalt.	
Magneſium.	

Zweiter Abſchnitt.

Vom Platin.

Das Platin iſt als ein eigenthümliches Metall erſt ſeit dem Jahre 1752 bekannt *).

*) Der Vater Cortinovis hat ſich bemühet, zu zeigen, daß dieſes Metall das Electrum der Alten ſey. Man ſehe die chemi-

Geſchichte des Platins. I. Bis jetzt iſt dieſes Metall nur in Amerika zu Choco in Peru, und in den Bergwerken von Santa Fe unweit Carthagena gefunden worden. Kurz=

ſchen Annalen von Brugnatelli vom Jahre 1790. Daß das Electrum der Alten ein ſehr koſtbares Metall war, wird durch manche Stellen alter Schriftſteller, vorzüglich vom Homer, außer Zweifel geſetzt. Nachſtehende Zeilen Claudians ſind allein hinreichend, es zu beweiſen:

Atria cinxit ebur, trabibus ſolidatur ahenis
Culmen et in celsar ſurgunt *electra* columnas.
Claud. Lib. I. v. 164.

Plinius giebt uns in ſeiner Naturgeſchichte einige Nachricht von dieſem Metalle. Er erzählt, daß es eine Zuſammenſetzung aus Gold und Silber geweſen ſey, und daß es bei Kerzenlichte lebhafter geglänzt habe, als Silber. Die Alten machten Schalen, Statuen und Säulen aus demſelben. Wäre das Electrum unſer Platin geweſen, ſo wäre es auffallend, daß keine Spur von einem Metalle, welches ſehr häufig geweſen ſeyn muß, ſich unter den aus dem Alterthume auf uns gekommenen Ueberreſten vorgefunden hätte.

Da die Stelle im Plinius die vollſtändigſte iſt, welche in einem alten Schriftſteller über das Electrum gefunden wird, ſo will ich ſeine eigne Worte anführen, damit ein jeder zu beurtheilen im Stande ſey, ob dieſe Beſchreibung auf das Platin der Neuern paſſe.

Omni argento ineſt aurum vario pondere. — Ubicunque quinta argenti portio eſt, *electrum* vocatur. Scrobes eae repeቂriuntur in Canalinenſi. Fit et cura electrum argento addito. Quod ſi quintam portionem exceſſit, incudibus non reſtitit. Et electro auctoritas, Homero teſte, qui Menelai regiam auro, electro, argento, ebore fulgere tradit. Minervae templum habet *Lindos* inſula Rhodiorum in quo Helena ſacravit calicem ex electro. — Electri natura eſt ad lucernarum lumina clarius argento ſplendere. Quod eſt nativum et venena deprehendit. Namque diſcurrunt in calcibus arcus coeleſtibus ſimiles cum igneo ſtridore et gemina ratione praedicunt. Lib. XXXIII. Cap. IV.

lich ſoll auch ein Gang deſſelben im ſüdlichen Amerika entdeckt worden ſeyn. Die Bergleute jener Gegenden ſcheinen frühzeitig damit bekant geweſen zu ſeyn, allein ſie verwandten wenig Aufmerkſamkeit darauf. In Europa wurde es erſt im Jahre 1741 bekannt, als Wood etwas davon von Jamaica mitbrachte. Im Jahre 1748 gab Don Antonio de Ulloa ein ſpaniſcher Mathematiker, welcher die franzöſichen Gelehrten, die mit der Meſſung eines Grades des Meridians in Peru beſchäftigt waren, bei ihrem Unternehmen begleitet hatte, Nachricht davon. In dem 46ſten Bande der philoſophiſchen Transactionen erſchienen mehrere Abhandlungen von Dr. Watſon über dieſen Gegenſtand. Dieſe zogen unmittelbar die Aufmerkſamkeit der meiſten ausgezeichneten Chemiſten auf ſich. Im Jahre 1752 machte der in Schweden lebende Chemiſt Scheffer die erſte genaue Unterſuchung des Platins bekannt. Er zeigte, daß es ein neues Metall ſey, das ſich in ſeinen Eigenſchaften ſehr dem Golde nähere, und nannte es aus dieſem Grunde aurum album, weißes Gold. Dr. Lewis machte 1745 eine noch vollſtändigere Reihe von Verſuchen über das Platin bekannt *). Bald darauf wurden hierüber Abhandlungen von Marggraf **), Macquer und Baume ***), Büffon, Tillet und Morveau †), Sickingen ††), Bergmann †††), und

*) Phil. Trans. XLVIII, 658. und 148.
**) Mem. de Berlin 1757. pag. 314.
***) Mem. de Par. 1758. pag. 119.
†) Jour. de Phys. III, 324.
††) Sickingen's Verſuche über die Platina. Manheim 1782.
†††) Opusc. III, 106.

neuerlich von Muſſin Puſchkin *) und Morveau **), und mehreren anderen Chemiſten von Bedeutung geliefert ***).

Eigenſchaften. 1. Das reine Platin hat eine ſilberweiße Farbe, iſt aber nicht ſo glänzend als Silber †). Es hat weder Geruch noch Geſchmack.

2. Die Härte deſſelben iſt 8. Das ſpecifiſche Gewicht beträgt, nachdem es gehämmert worden, 23,000; ſo daß es unter allen bekannten Naturkörpern das größte ſpecifiſche Gewicht hat ††).

3. Es läßt ſich ausnehmend hämmern nnd ſtrecken. Man kann es zu ſehr dünnen Blättern ſchlagen, und zu Dräthen ziehen, die nicht mehr als $\frac{1}{1940}$ Zoll im Durchmeſſer haben. In dieſen Eigenſchaften ſtehet es zwar dem Golde nach, ſcheint aber doch alle übrige Metalle zu übertreffen.

4. Es iſt ſo zähe, daß ein Platindrath, der 3,078 Zoll im Durchmeſſer hat, 274,31 Pfund zu tragen vermag, ohne zu zerreißen †††).

---

*) Ann. de Chim. XXIV, 205.

**) Ann. de Chim. XXV, 3.

***) Hiezu muß die Abhandlung von Prouſt Ann. de Chim. XXXVIII, 146 etc., ferner die Abhandlungen von Fourcroy und Vauquelin Ann. de Chim. Vol. XLIX, 188 etc. gezählt werden. Anm. d. Ueberſ.

†) Von dieſer Farbe rührt der Nahme des Metalls her. Plata bedeutet im Spaniſchen Silber, und Platina Kleinſilber. Bergmann änderte die Benennung Platina in Platinum, damit die lateiniſchen Nahmen aller Metalle dieſelbe Endigung und Genuß hätten. Linné hat ſich übrigens lange vor Bergmann der Benennung Platinum bedient.

††) Kirwan's Miner. II, 103.

†††) Morveau Ann. de Chim. XXV, 7.

5. Es gehört zu den ſtrengflüſſigſten Metallen, und kann nur dann, wenigſtens in gewiſſer Menge, geſchmolzen werden; wenn die größte künſtliche Hitze angewendet wird. Macquer und Baumé ſchmolzen kleine Parthien deſſelben vermittelſt des Löthrohrs, und Lavoiſier, indem er ſie auf Kohlen einem Strom von Sauerſtoffgas ausſetzte. Es läßt ſich, wenn es mit andern Subſtanzen verbunden iſt, ohne Schwierigkeit ſchmelzen, dann befindet es ſich aber nicht in einem Zuſtande der Reinheit. Werden Stücke Platin weißglühend gemacht, ſo laſſen ſie ſich durch Hämmern eben ſo wie Eiſen zuſammenſchweißen.

6. Luft und Waſſer verändern dieſes Metall nicht im mindeſten.

Oxyden. II. Dieſes Metall läßt ſich durch die ſtärkſte künſtliche Hitze unſrer Oefen nicht mit Sauerſtoff verbinden, und in ein Oxyde verwandeln. Zwar läßt ſich das Platin in dem Zuſtande in welchem es aus Amerika zu uns gebracht wird, wie zahlreiche Verſuche dargethan haben, bei einem heftigen Feuersgrade zum Theil oxydiren; allein unter dieſen Umſtänden iſt es nicht rein, ſondern mit Eiſen verbunden. Er läßt ſich übrigens erwarten, daß wenn man es einem hinreichenden Feuersgrade ausſetzen könnte, es ſich eben ſo wie andre Metalle entzünden und oxydiren würde. Van Marums Verſuche beſtätigen dieſe Vermuthung. Er ſetzte einen Platindrath der Einwirkung der großen Elektriſirmaſchine aus, er brannte mit einer ſchwachen weißen Flamme, und wurde als eine Art Staub verſtreuet, welcher ein Platinoxyde zu ſeyn ſchien. Wurde ein Platindrath einer Flamme die durch Entzündung einer Miſchung aus Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas hervorgebracht wurde, ausgeſetzt, ſo fand ich, daß

er mit eben dem Glanze wie ein Eiſendrath brannte, und Funken in Menge warf.

Dieſes Metall läßt ſich in jeder beliebigen Menge dadurch oxydiren, daß man es mit ſechzehn Theilen ſalpetriger Salzſäure kocht. Die Säure löſt es auf, und nimmt zuerſt eine gelbe, nachmals eine dunkelrothe oder vielmehr braune Farbe an. Wird der Auflöſung Kalkwaſſer zugeſetzt, ſo fällt ein gelbes Pulver zu Boden. Dieſes Pulver iſt das Oxyde des Platins *). Die Eigenſchaften deſſelben ſind noch nicht mit der erforderlichen Genauigkeit unterſucht worden. Es ſcheint nur eine geringe Menge Sauerſtoff zu enthalten, wahrſcheinlich nicht mehr als 0,07: dennoch ſcheint es ein Peroxyde dieſes Metalls zu ſeyn **).

Bei der Einwirkung einer heftigen Hitze entweicht der Sauerſtoff, und das Metall wird hergeſtellt ***).

Verbindung mit brennbaren Körpern.

III. Weder Kohle noch Waſſerſtoff laſſen ſich mit dem Platin verbinden; mit Schwefel fand Prouſt das Metall im rohen Platin vereinigt †), und es läßt ſich ohne Schwierigkeit mit Phosphor zuſammenſchmelzen. Wird eine Unze Platin mit einer Unze Phosphorglas

---

*) Nach Chenevix (Philos. Trans. 1803.) enthält das gelbe Platinoxyd 13 Procent Sauerſtoff. Bei der Reduktion nahm dieſes Oxyde eine grüne Farbe an; in dieſem Zuſtande hält Chenevix das Platin für weniger oxydirt, und ſchätzt die Menge des in demſelben enthaltenen Sauerſtoffes nicht über ſieben Procent. Nach Richter (Ueber die neueren Gegenſtände der Chemie. St. X.) enthalten 100 Theile Platinoxyd: 80,9 Metall; 19,1 Sauerſtoff. Anm. d. Ueberſ.

**) Fourcroy VI, 428.

***) Macquers Wörterbuch.

†) Ann. de Chim. XXXVIII, 149.

und einer Drachme Kohlenpulver einem Feuersgrade ausgeſetzt, der 32 Grade nach Wedgwoods Pyrometer beträgt; ſo erhält man phosphorhaltiges Platin, das mehr als eine Unze wiegt. Ein Theil deſſelben war, nach Pelletier's Verſuchen, zu einem Korn geſchmolzen, ein anderer im Kuben kryſtalliſirt; die Oberfläche war mit einem ſchwärzlichen Glaſe bedeckt. Es hatte eine ſilberweiße Farbe, war ſehr ſpröde, und ſo hart, daß es mit dem Stahle Feuer gab. Bei einem Feuersgrade, bei welchem es in Fluß kam, entwich der Phosphor, und verbrannte auf der Oberfläche *).

Pelletier fand gleichfalls, daß wenn er Phosphor auf rothglühendes Platin warf, das Metall augenblicklich in Fluß kam, und phosphorhaltiges Platin gebildet wurde. Da der Phosphor in der Hitze entweicht, ſo ſchlug er dieſes als ein leichtes Reinigungsmittel für das Platin vor **).

IV. Das Platin verbindet ſich unſern bisherigen Erfahrungen zufolge nicht mit den einfachen brennbaren Körpern.

Metallgemiſche. V. Mit den meiſten Metallen läßt es ſich zuſammenſchmelzen, und ſtellt Metallgemiſche dar.

mit Gold. Setzt man Gold und Platin einer heftigen Hitze aus, ſo verbinden ſie ſich, und bilden ein aus Platin und Gold beſtehendes Metallgemiſche. Macht das Platin den ſiebzehnten Theil des Goldes aus, ſo iſt die Farbe des Gemiſches weit bläſſer als die des Goldes; beträgt es weniger, ſo iſt die Farbe des Goldes nicht merklich verändert, auch die Streckbarkeit deſſelben iſt nicht verſchieden. Das Platin läßt ſich mit einer beträchtlichen Menge Gold zuſammenſchmelzen,

---

*) Ann. de Chem. I, 71.

**) Ibid. XIII, 105.

ohne daß eine merkliche Aenderung der Farbe wahrzunehmen iſt. Ein Gemiſch aus einem Theile Platin und vier Theilen Gold iſt dem äußern Anſchein nach ſchwer von dem reinen Platin zu unterſcheiden. Nur erſt dann, wenn die Menge des Goldes $\frac{8}{9}$ des Ganzen beträgt, wird die Farbe deſſelben vorwaltend.

Hatchet, der die Metallgemiſche des Goldes mit 13 verſchiedenen Metallen unterſucht hat, fand, daß ſich ein Theil Platin mit 14 Theilen Gold leicht verband, und ein Metallgemiſch von gelblich weißer Farbe gab, das angelaufenem Silber ähnelte, und ausnehmend dehnbar war. Das ſpeciſiſche Gewicht deſſelben war 19,013. Es war ziemlich elaſtiſch. In Rückſicht der Dehnbarkeit, ſtand es nur dem mit Silber und Kupfer verſetzten Golde nach.

VI. Bis jetzt kennt man weder die Wahlanziehungen des Platins noch ſeines Oxyde.

Könnte man dieſes Metall für einen wohlfeilen Preis erhalten, ſo würde man ſich deſſelben mit ſehr großem Vortheile, zur Verfertigung von Gefäßen bedienen können, indem nur ſehr wenige Subſtanzen darauf wirken, ſie dem Zerbrechen nicht ausgeſetzt wären, und der größten Hitze ausgeſetzt werden könnten. Auch würde man damit ſtatt des Silbers kupferne und eiſerne Geräthſchaften überziehen können.

Dritter Abſchnitt.

Vom Silber.

I. Das Silber ſcheint eben ſo früh als das Gold bekannt geweſen zu ſeyn.

Eigenſchaften. 1. Es iſt ein Metall von ſchön weißer Farbe, das weder Geruch noch Geſchmack hat. In Rückſicht des Glanzes ſtehet es keinem andern Me:alle, polirten Stahl ausgenommen, nach.

2. Seine Härte iſt 7. Wird es geſchmolzen, ſo beträgt ſein ſpecifiſches Gewicht 10,478; gehämmert 10,609.

3. In Rückſicht der Streckbarkeit weicht es unter den Metallen nur dem Golde, und vielleicht dem Platin. Es läßt ſich zu Blättchen ſchlagen die nur $\frac{1}{100000}$ Zoll dick ſind. Seine Dehnbarkeit iſt gleichfalls merkwürdig, es läßt ſich zu Drath der feiner als ein Menſchenhaar iſt, ausziehen; zu ſo feinem Drathe, daß 400 Fuß davon nur einen Gran wiegen.

4. Es iſt ſo zähe, daß ein Silberdrath von 0,978 Zoll im Durchmeſſer ohne zu zerreißen ein Gewicht von 187,13 Pfunden trägt *).

5. Das Silber ſchmilzt beim Rothglühen, im Fluß iſt ſein Glanz ungleich ſtärker. Nach der Berechnung von Bergmann und Mortimer beträgt die Temperatur, bei der das Silber anfängt zu ſchmelzen, 1000° Fahr. Es bleibt bei einer Temperatur von 28 nach Wedgwoods Pyrometer im Fluß, erfordert aber eine größere Hitze um in Fluß zu kom-

*) Ann. de Chem. XXV, 9.

men *). Wird die Temperatur nachdem das Silber geſchmolzen iſt, vermehrt, ſo kocht das flüſſige Metall und wird verflüchtigt; hierzu iſt aber eine ſehr ſtarke und anhaltende Hitze erforderlich.

Beim langſamen Erkalten nimmt die Oberfläche des Silbers ein kryſtalliniſches Gefüge an; wird der flüſſige Theil ſobald als die Oberfläche geſtehet, ausgegoſſen, ſo kann man das Silber in beträchtlich großen Kryſtallen erhalten. Durch dieſes Verfahren erhielten es Tillet und Mongez der jüngere ſowohl in einzelnen, als zuſammengehäuften vierſeitigen Pyramiden.

Oxyden. II. Das Silber wird durch die Einwirkung der Luft nicht oxydirt, es verliert zwar allmählich ſeinen Glanz, läuft an, allein dieſes rührt von einer andern Urſache her. Auch wenn es unter Waſſer aufbewahrt wird, wird es nicht verändert. Wird es aber längere Zeit in einem offenen Gefäße im Fluß erhalten, ſo zieht es allmählich den Sauerſtoff aus der Athmosphäre an, und wird oxydirt. Dieſer Verſuch wurde zuerſt von Junker angeſtellt, der ein Quantum Silber in ein glasförmiges Oxyde verwandelte; in der Folge beſtätigten Macquer und Darcet dieſe Verſuche. Macquer erhielt dadurch, daß er zwanzigmal nach einander Silber dem Feuer des Porcellanofens ausſetzte, ein Glas **) von olivengrüner Farbe ***). Ja wenn die Hitze ſtark genug iſt, ſo entzündet ſich das Silber, und brennt gleich einem

---

*) Kirwan's Mineral. II, 107.

**) Metalliſche Oxyden werden nach dem Schmelzen Gläſer genannt, weil ſie in mehreren Eigenſchaften Aehnlichkeit mit dem Glaſe zeigen.

***) Macquers chem. Wörterbuch. B. VI. S. 81.

andern brennbaren Körper. Van Marum ließ Funken aus ſeiner großen Elektriſirmaſchine durch einen Silberdrath hindurchgehen; der Drath brannte mit einer grünlich weißen Flamme, und wurde als Rauch verſtreut. Mit Hülfe eines entzündeten Stromes aus Sauerſtoffgaſe und Waſſerſtoffgaſe brennt es lebhaft mit hellgrüner Flamme.

Das Silberoxyde, welches vermittelſt der Hitze erhalten wird, hat eine grünliche oder gelbgrünliche Farbe, und läßt ſich leicht, wenn es in verſchloſſenen Gefäßen der Einwirkung der Hitze, ſelbſt der des Lichtes, ausgeſetzt wird, zerſetzen. Wird Silber in Salpeterſäure aufgelöſt, und die Auflöſung durch Kalkwaſſer gefällt, ſo fällt es als ein dunkles, grünlich braunes Pulver zu Boden. Aus den Verſuchen von Wenzel und Bergmann geht hervor, daß dieſes gelbgrünliche Oxyde aus ungefähr 90 Theilen Silber und 10 Theilen Sauerſtoff beſtehet*). Wird dieſes Oxyde der Einwirkung des Lichtes ausgeſetzt, ſo wird, wie Scheele zuerſt gezeigt hat, ein Theil des Sauerſtoffs abgeſchieden, und das Oxyde in ein ſchwarzes Pulver verwandelt, das nur eine geringe Menge Sauerſtoff enthält, und als reducirtes Silber angeſehen werden kann. Wird die Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure dem Sonnenſchein ausgeſetzt, ſo fällt das Silber als ein flohfarbenes Pulver zu Boden.

Verbindung mit brennbaren Stoffen.

III. Weder Kohle noch Waſſerſtoff laſſen ſich mit dem Silber verbinden, allein mit Schwefel und Phosphor geht daſſelbe leicht eine Vereinigung ein.

*) Kirwan's Mineralogy. II, 493.

mit Schwefel. 1. Legt man abwechſelnd in einem Schmelztiegel Schichten dünner Silberplatten und Schwefel auf einander, ſo ſchmelzen ſie in einer ſchwachen Rothglühhitze zuſammen, und bilden ſchwefelhaltiges Silber. Es hat eine ſchwarze, oder ſehr dunkel violette Farbe, iſt ſpröde, läßt ſich aber mit dem Meſſer ſchneiden. Oft kryſtalliſirt es in dünnen Nadeln, und iſt ungleich ſchmelzbarer als Silber. Wird eine hinreichende Hitze angewandt, ſo wird der Schwefel langſam verflüchtigt, und das Metall bleibt rein zurück. Das Verhältniß der Beſtandtheile in dieſer Zuſammenſetzung läßt ſich ſchwer beſtimmen, denn es findet eine Verwandſchaft zwiſchen dem Silber und ſchwefelhaltigen Silber ſtatt. Die größte Menge Schwefel mit der ſich eine gegebene Menge Silber verbinden kann, beträgt nach Wenzel $\frac{13}{100}$.

Es iſt eine bekannte Erſcheinung, daß wenn Silber lange Zeit der Luft, vorzüglich an ſolchen Orten, die häufig von Menſchen beſucht werden, als Kirchen, Schauſpielhäuſer ꝛc. ausgeſetzt wird, es ſich mit einer Rinde von violetter Farbe überzieht, wodurch es von ſeinem Glanze und von ſeiner Streckbarkeit verliert. Dieſer Ueberzug, welcher eine ſehr dünne Lage bildet, kann nur dadurch von dem Silber getrennt werden, daß man es biegt, oder mit einem Hammer in Stücken ſchlägt. Es iſt von Prouſt unterſucht worden, dieſer fand, daß es ſchwefelhaltiges Silber ſey.

mit Phosphor. 2. Pelletier war der erſte, welcher eine Verbindung zwiſchen Silber und Phosphor bewirkte. Schmilzt man gleiche Theile Silber und Phosphorglas mit dem achten Theil Kohlenpulver in einem Schmelztiegel, ſo erhält man phosphorhaltiges Silber. Es hat eine

weiße Farbe, und ein körniges oder vielmehr kryſtalliniſches Gefüge. Es zerſpringt unter dem Hammer, läßt ſich aber mit dem Meſſer ſchneiden. Die Beſtandtheile dieſer Zuſammenſetzung ſind vier Theile Silber gegen einen Theil Phosphor, die Hitze zerſetzt dieſelbe, und ſcheidet den Phosphor ab *). Noch hat Pelletier **) bemerkt, daß das im Fluß ſtehende Silber ſich mit einer größern Menge Phosphor verbindet, als das letzte; denn wenn man das phosphorhaltige Silber auf die Art bereitet, daß man Phosphor auf ſchmelzendes Silber wirft, ſo bemerkt man, nachdem der Schmelztiegel vom Feuer genommen worden, daß, ſo wie das Metall anfängt feſt zu werden, ſich ein Theil des Phosphors abſondert ***).

IV. Mit den einfachen unverbrennlichen Subſtanzen geht das Silber keine Verbindung ein.

Metallgemiſche. V. Mit den meiſten Metallen läßt ſich das Silber leicht zuſammenſchmelzen.

Silber und Gold. 1. Werden Silber und Gold im Fluß erhalten, ſo verbinden ſie ſich, und liefern nach Hombergs Bemerkung ein Metallgemiſch, das aus einem Theile Silber und fünf Theilen Gold beſtehet. Dieſer Chemiſt hielt gleiche Theile Gold und Silber eine Viertelſtunde lang in gelindem Fluß, und fand beim Zerbrechen des Schmelztiegels zwei Maſſen, von dieſen beſtand die obere aus reinem Silber, die untere aus Gold, das mit $\frac{1}{6}$ Silber verbunden war. Silber und Gold laſſen ſich übrigens in allen Verhältniſſen zu-

---

*) Ann. der Chem. I, 142.

**) Pelletier Ann. de Chim. I, 73.

***) Ibid. XIII, 110.

ſammenſchmelzen, und wenn man die nöthige Vorſicht anwendet, ſo bleiben auch beide Metalle mit einander vereinigt.

Die Verbindung aus Gold und Silber iſt härter und hat mehr Klang als das reine Gold. Die Härte der Miſchung iſt am größten, wenn zwei Theile Gold gegen einen Theil Silber genommen werden *). Die Dichtheit der Metalle wird dadurch nur wenig vermehrt **), allein die Farbe des Goldes wird beträchtlich verändert, wenn auch die Menge des Silbers nur gering iſt. Ein Theil Silber macht zwanzig Theile Gold beträchtlich weißer. Die Farbe iſt nicht allein bläſſer, ſondern hat auch einen merklichen Stich ins Grüne, gleich als ob das vom Silber zurückgeworfene Licht, durch eine ſehr dünne Lage von Gold hindurchgehen müßte. Da dieſe Miſchung ſchmelzbarer als Gold iſt, ſo bedient man ſich derſelben, um Stücke dieſes Metalls zuſammenzulöthen.

Hatchet ſchmolz 14 Theile Gold mit einem Theile Silber zuſammen, und erhielt ein Metallgemiſch, das in Rückſicht der Streckbarkeit ſich nur wenig vom Golde unterſchied.

Silber und Platin. 2. Werden Silber und Platin zuſammengeſchmolzen, ſo iſt hierzu ein ſehr ſtarker Feuersgrad erforderlich. Die hieraus entſtehende Miſchung iſt nicht ſo ſtreckbar als Silber, allein härter und weniger weiß. Beide Metalle laſſen ſich dadurch trennen, daß man ſie einige Zeit im Fluß erhält, wo das Platin wegen ſeines größern ſpecifiſchen Gewichtes zu Boden ſinkt. Dieſer Umſtand ſollte auf die Vermuthung führen, daß zwiſchen dieſen beiden Metallen nur eine geringe Verwandſchaft ſtatt findet.

---

*) Muſchenbröck.
**) Gellert.

Verwandſchaften. VI. Bergmann beſtimmt die Verwandſchaft des metalliſchen Silbers und ſeiner Oxyden folgendermaßen:

Silber.	Oxyden des Silbers.
Blei.	Salzſäure.
Kupfer.	Kleeſäure.
Queckſilber.	Schwefelſäure.
Wismuth.	Milchzuckerſäure.
Zinn.	Phosphorſäure.
Gold.	Schweflichte Säure.
Antimonium.	Salpeterſäure.
Eiſen.	Arſenikſäure.
Magneſium.	Flußſäure.
Zink.	Weinſteinſäure.
Arſenik.	Zitronenſäure.
Nickel.	Milchſäure.
Platin.	Eſſigſäure.
Schwefel.	Bernſteinſäure.
Phosphor.	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

Vierter Abſchnitt.

Vom Queckſilber.

I. Queckſilber, das auch den Namen Merkurius führt, iſt ſeit den entfernteſten Zeiten bekannt, und es ſcheint, daß die Alten eben ſo wie die Neuen ſich deſſelben zum Vergolden und zur Abſcheidung des Goldes von andern Körpern bedient haben.

Eigenſchaften. 1. Es hat eine weiße der des Silbers ähnliche Farbe, daher die Nahmen: Hydrargyrum, Argentum vivum, Queckſilber, die ihm von den älteſten Zeiten her ertheilt worden ſind. Es hat weder Geruch noch Geſchmack, beſitzt einen lebhaften Glanz, und giebt, wenn die Oberfläche deſſelben nicht angelaufen iſt, einen guten Spiegel ab.

2. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt 13,568 *).

3. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre befindet es ſich ſtets in einem flüſſigen Zuſtande. Dieſe Eigenſchaft unterſcheidet es von allen übrigen Metallen. Gefrieren deſſelben. Wird es einer beträchtlichen Kälte ausgeſetzt, ſo wird es feſt. Die Temperatur bei welcher das Feſtwerden des Queckſilbers erfolgt, iſt wie durch die Verſuche von Macnab in der Hudſon's Bay dargethan worden, die Temperatur von — 39°. Das Gefrieren des Queckſilbers iſt von den Petersburger Akademiſten zufällig im Jahre 1759 entdeckt worden. Bei einem ſehr heftigen Froſte tauchten ſie ein Thermometer in eine Miſchung von Schnee und Salz, um die dadurch hervorgebrachte Temperatur zu beſtimmen. Da ſie fanden, daß das Queckſilber im Thermometer, ſelbſt nachdem dieſes aus der Miſchung herausgenommen worden war, unbeweglich blieb, ſo zerbrachen ſie die Kugel des Thermometers, und fanden das Queckſilber in eine feſte Meſſe verwandelt. Seit dieſer Zeit iſt dieſer Verſuch in allen Ländern oft wiederhohlt worden **). Das Queckſilber zieht ſich im

*) Cavendiſh und Briſſon.

**) Die Art, wie dieſer Verſuch angeſtellt werden muß, wird in der zweiten Abtheilung des erſten Theils dieſes Werkes beſchrieben werden.

im Augenblicke des Gefrierens beträchtlich zuſammeu, ein Umſtaud welcher die Naturforſcher, die ſich mit dieſem Verſuche beſchäftigten, zu Irrthümern verleitete. Das Queckſilber ſank, ehe es fror, in ihren Thermometern ſo tief herab, daß ſie die Temperatur bei welcher das Gefrieren erfolgt, weit niedriger anſetzten, als ſie wirklich war. Durch die von Cavendiſh ausgemittelten Grundſätze, wurde Macnab in Stand geſetzt, den eigentlichen Gefrierpunkt dieſes Metalls zu beſtimmen.

4. Das feſte Queckſilber läßt ſich hämmern und ſtrekken ohne zu zerbrechen. Es iſt mithin ſtreckbar, doch hat es bis jetzt noch nicht gelingen wollen, den Grad der Dehnbarkeit, Streckbarkeit und Zähigkeit dieſes Metalls zu beſtimmen.

Siedpunkt des Queckſilbers.

5. Bei einer Temperatur von 660° kocht das Queckſilber. Man kann es mithin gänzlich verdunſten, oder aus einem Gefäß in das andere deſtilliren. Durch die Deſtillation läßt ſich das Queckſilber von mehreren andern metalliſchen Körpern, mit denen es oft verunreiniget iſt, trennen. Der Dampf des Queckſilbers iſt unſichtbar und elaſtiſch, wie die atmosphäriſche Luft; ſo wie bei dieſer wird die Elaſticität durch Hitze über alle Grenzen vermehrt, ſo daß es die ſtärkſten Gefäße zu zerbrechen vermögend iſt. Geoffroy ſchloß auf die Bitte eines Alchemiſten eine Partie deſſelben in eine eiſerne Kugel ein, die zu ſtärkerer Befeſtigung mit eiſernen Reifen verſehen war, und legte dieſen Apparat in einen Ofen. Bald nachher, nachdem die Kugel rothglühend wurde, zerſprang ſie mit der Gewalt einer Bombe, und alles Queckſilber wurde verſtreut *).

*) Macquer's chem. Wörterbuch. B. V. S. 10.

Oxyden. II. Das Queckſilber wird dadurch, daß man es unter Waſſer aufbewahrt, nicht verändert. An der Luft läuft ſeine Oberfläche allmählich an, und bedeckt ſich mit einem ſchwarzen Pulver, das von der Verbindung des Metalls mit dem Sauerſtoffe der Atmosphäre herrührt. Dieſe Veränderung erfolgt ſehr langſam, es ſey denn, daß das Metall erwärmt, oder in einer geräumigen gläſernen Flaſche geſchüttelt wird. Durch jede der angegebenen Verfahrungsarten wird das Metall in ein Oxyde verwandelt. Die letzte liefert ein ſchwarzes, die erſte ein rothgefärbtes Oxyde. Dieſes Metall ſcheint nicht des Verbrennens fähig zu ſeyn; wenigſtens hat mir von allen bisher verſuchten Methoden keine gelingen wollen, und es iſt, wofern nicht andre Erfahrungen das Gegentheil lehren, das einzige Metall, welches in dieſer Rückſicht eine Ausnahme macht.

Bis jetzt kennt man vier verſchiedene Oxyden des Queckſilbers.

Protoxyde. 1. Boerhave war der erſte, welcher das Peroxyde des Queckſilbers mit Genauigkeit beſchrieben hat. Er bereitete es, indem er eine kleine Menge Queckſilber in einer Flaſche an einem Mühlenrade befeſtigte. Durch die ununterbrochene Bewegung, welcher es unter dieſen Umſtänden ausgeſetzt war, wurde es in ein ſchwarzes Pulver verwandelt, das er Aethiopsperſe nannte. Dieſes Oxyde läßt ſich in kurzer Zeit bereiten, wenn man Queckſilber in einer Flaſche ſchüttelt. Fourcroy's Verſuchen zufolge beſtehet dieſes Oxyde im Hundert aus 96 Theilen Metall und 4 Theilen Sauerſtoff *). Wird dieſes Oxyde einer ſehr erhöheten Tem-

*) Journ. de Mines An X, p. 238.

peratur ausgeſetzt, ſo entweicht der Sauerſtoff, und das Queckſilber wird wieder hergeſtellt. Bei einer mäßigen Hitze verbindet es ſich mit einem neuen Antheile Sauerſtoff, und nimmt eine rothe Farbe an.

Vermeintliches Deutoxyde.

2. Wird Queckſilber in Salpeterſäure ohne Mitwirkung der Hitze aufgelöſt, und die Säure ganz mit dem Metalle geſättigt, ſo verbindet es ſich, wie Chenevix durch Verſuche gezeigt hat, mit 10,7 Procent Sauerſtoff. Mithin beſtehet dieſes Oxyde aus 89,3 Queckſilber und 10,7 Sauerſtoff *). Dieſes iſt das Deutoxyde des Queckſilbers. Man kann von dieſem Oxyde nicht alle Säure abſcheiden, ohne daß es zu gleicher Zeit in ſeiner Grundmiſchung verändert wird; aus dieſem Grunde kennt man weder ſeine eigentliche Farbe noch Eigenſchaften. Wahrſcheinlich unterſcheidet es ſich nicht von dem eben beſchriebenen Oxyde, dem Protoxyde des Queckſilbers; doch iſt dieſes noch auf keine befriedigende Art dargethan worden.

Rothes Oxyde.

3. Wird Queckſilber oder das Protoxyde deſſelben, einer Temperatur von 600° ausgeſetzt, ſo verbindet es ſich mit einem größern Antheile Sauerſtoff, nimmt eine rothe Farbe an, und wird in ein Oxyde verwandelt, das wir bei dem jetzigen Zuſtande unſrer Wiſſenſchaft für ein Tritoxyde halten müſſen. Dieſes Oxyde läßt ſich auf einem doppelten Wege bereiten: 1) Man ſchüttet eine geringe Menge Queckſilber in einen mit einem flachen Boden verſehenen Kolben, deſſen Hals in eine ſehr dünne Röhre ausgezogen worden, ſtellt den Kolben in ein Sandbad, und erhält das Queckſilber ſtets im Sieden. Die Höhe des Kol-

*) Phil. Trans. 1802.

bens und die enge Oeffnung deſſelben verhindern, daß das Queckſilber nicht entweicht, whärend die athmosphäriſche Luft Zutritt behält. Die Oberfläche des Queckſilbers wird, indem es ſich mit dem Sauerſtoffe der Athmosphäre verbindet, nach und nach ſchwarz, und hierauf roth; und nach Verlauf von einigen Monaten iſt das Ganze in ein rothes Pulver, oder vielmehr in ſehr kleine Kryſtalle von dunkelrother Farbe verwandelt worden. Das auf dieſe Art erhaltene Oxyde wurde ſonſt Mercurius praecipitatus per se genannt; 2) Wird Queckſilber in Salpeterſäure aufgelöſt, zur Trockene verdunſtet, und hierauf in einer porcellanenen Schaale einer ziemlich ſtarken Hitze ausgeſetzt, ſo nimmt es, wenn es gerieben wird, eine glänzend rothe Farbe an. Das auf dieſem Wege erhaltene Pulver wurde ſonſt rother Präcipitat genannt, und beſitzt genau dieſelben Eigenſchaften, wie das durch das im Vorgehenden beſchriebene Verfahren erhaltene Oxyde.

Dieſes Oxyde hat einen ſcharfen unangenehmen Geſchmack, giftige Eigenſchaften, und wirkt, wenn es auf irgend einen Theil der Haut gebracht wird, wie ein Aetzmittel. Es iſt in ſehr geringer Menge im Waſſer auflöslich. Wird es mit Queckſilber zuſammengerieben, ſo läßt es einen Theil ſeines Sauerſtoffes fahren, und die ganze Miſchung wird in Protoxyde oder ſchwarzes Oxyde des Queckſilbers verwandelt. Erhitzt man es mit Zink oder Zinnfeile, ſo entzündet es dieſe Metalle. Nach Fourcroy beſteht es aus 92 Theilen Queckſilber und 8 Theilen Sauerſtoff *). Der Analyſe von Chenevix zufolge, die beſſer unten beſchrieben werden ſoll, ent-

*) Journ. de Mines An X, p. 283.

halten hundert Theile von dieſem Oxyde, 85 Queckſilber; 15 Sauerſtoff.

Wäre dieß hier ein ſchicklicher Ort, ſo könnte ich mehrere Verſuche anführen, aus denen hervorgeht, daß der auf dem gewöhnlichen Wege bereitete Präcipitat, nicht rein iſt, ſondern ſtets einen Antheil Salpeterſäure enthält. Löſt man denſelben in Salzſäure auf, und ſchlägt ihn aus der Auflöſung nieder, ſo fällt er als ein weißes Pulver zu Boden, das mit einem Theil Salzſäure verbunden iſt. In dieſem Zuſtande iſt er von Chenevix unterſucht worden. Die Schwierigkeit die man hat, ſich dieſes Oxyde in einem reinen Zuſtande zu verſchaffen, und die Ungewißheit über die Menge Säure, welche mit demſelben verbunden iſt, machen es einigermaßen begreiflich, wie die Chemiſten bei ihrem Beſtreben die Beſtandtheile dieſes Oxyde zu beſtimmen, ſo verſchiedene Reſultate erhalten konnten.

Peroxyde. 4. Fourcroy hat die Bemerkung gemacht, daß wenn man oxydirte Salzſäure durch rothes Queckſilberoxyde hindurchgehen läßt, ſich dieſes mit einem neuen Antheile Sauerſtoff verbindet, und in ein Peroxyde verwandelt wird; da ſich aber dieſes Peroxyde nicht in einem iſolirten Zuſtande darſtellen läßt, ſo kennt man die Eigenſchaften deſſelben nicht.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. Das Queckſilber verbindet ſich weder mit der Kohle, noch mit dem Waſſerſtoff; allein es gehet leicht eine Vereinigung mit dem Schwefel und Phosphor ein.

Mit Schwefel. 1. Reibt man zwei Theile Schwefel und einen Theil Queckſilber in einem Mörſel zuſammen, ſo verſchwindet das Queckſilber allmählich, und das Ganze wird in ein

ſchwarzes Pulver verwandelt, das ſonſt mineraliſcher Aethiops genannt wurde. Es iſt kaum möglich durch das angegebene Verfahren eine ſo innige Verbindung zwiſchen dem Queckſilber und Schwefel zu bewirken, daß man nicht mit Hülfe des Mikroſkops kleine Queckſilberkügelchen ſollte entdecken können. Wird Queckſilber nach und nach in eine gleiche Menge (dem Gewichte nach) ſchmelzenden Schwefels eingetragen, und die Miſchung unabläſſig gerührt, ſo wird dieſelbe Zuſammenſetzung erhalten.

Fourcroy behauptet, daß ſich das Queckſilber in dieſer Verbindung im Zuſtande des ſchwarzen Oxyde befinde, und daß das Metall die hierzu erforderliche Menge Sauerſtoff während ſeiner Vereinigung mit dem Schwefel aus der Athmosphäre abſorbire *). Allein die neueren Verſuche von Prouſt haben gezeigt, daß dieſes nicht der Fall ſey **). Berthollet macht es wahrſcheinlich, daß der mineraliſche Mohr ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas enthält. Dem zufolge müßte man ihn als eine dreifache, aus Queckſilber, Schwefel und ſchwefelhaltigem Waſſerſtoffe beſtehende Verbindung betrachten Man nennt dergleichen Verbindungen jetzt ſchwefelwaſſerſtoffhaltige. Der mineraliſche Mohr iſt demnach ſchwefelwaſſerſtoffhaltiges Queckſilber.

Wird dieſe Subſtanz erhitzt, ſo wird ein Theil des Schwefels verflüchtigt, und die Zuſammenſetzung nimmt eine violette Farbe an.

Zinnober. 2. Erhitzt man dieſe Zuſammenſetzung bis zum

*) Fourcroy V, 298.
**) Journ. de Phys. LIII, 92.

Rothglühen, ſo ſublimirt ſie ſich: nimmt man dieſen Verſuch in einem ſchicklichen Apparate vor, so erhält man einen Kuchen von ſchön rother Farbe. Dieſen Kuchen nannte man ſonſt Zinnober, und wenn er zu einem feinen Pulver zerrieben worden, ſo führt er im Handel den Nahmen Vermillon *). Bisher hielt man den Zinnober für eine Verbindung aus Queckſilberoxyde und Schwefel, allein durch die Verſuche von Prouſt iſt es erwieſen, daß ſich das Queckſilber in dieſer Zuſammenſetzung im metalliſchen Zuſtande befindet. Nach dieſem Chemiſten beſtehen 100 Theile Zinnober aus 83 Queckſilber und 15 Schwefel **); er iſt mithin ſchwefelhaltiges Queckſilber.

Das ſchwefelhaltige Queckſilber hat eine ſcharlachrothe Farbe, die nach der Art wie es bereitet worden, mehr oder weniger ſchön iſt. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt ungefähr 10. Es hat keinen Geſchmack, iſt unauflöslich in Waſſer und Salzſäure, und wird an der Luft nicht verändert. Wird es genugſam erhitzt, ſo fängt es Feuer und brennt mit einer blauen Flamme. Vermiſcht man es mit der Hälfte Eiſenfeile dem Gewicht nach, und deſtillirt man die Miſchung aus einer irdenen Retorte, ſo verbindet ſich der Schwefel mit dem Eiſen, und das Queckſilber geht in die Vorlage die Waſſer enthalten muß, über ***). Durch dieſes Verfahren kann

---

*) Das Wort Vermillon kommt von dem franzöſiſchen vermeil her, das von vermiculus oder vermiculum abgeleitet iſt, mit welchem Nahmen im Mittelalter der Kermes oder Coccus ilicis, der als eine rothe Farbe bekannt iſt, belegt wurde. Vermillon bezeichnete urſprünglich die rothe Farbe des Kermes. Beckmanns Geſchichte der Erfindungen. II, 180.

**) Journ. de Phys. LIII, 92.

***) Auch wunn man den Zinnober mit einer Miſchung aus

man das Queckſilber ſehr rein darſtellen. Die Anwendung des Zinnobers als Mahlerfarbe iſt bekannt.

Man kann den Zinnober auch noch auf verſchiedene andre Arten bereiten. Eine der einfachſten iſt die von Kirchhof bekannt gemachte. Reibt man 300 Gran Queckſilber und 68 Gran Schwefel, nachdem ſie mit einigen Tropfen einer Kaliauflöſung angefeuchtet worden, einige Zeit mit einem gläſernen Reiber in einer porcellanenen Schale, ſo wird die Miſchung in mineraliſchen Mohr verwandelt. Dieſen übergießt man mit 160 Gran Kali die in einer gleichen Menge Waſſer aufgelöſt worden. Die Miſchung wird unter beſtändigem Reiben über einer Lampe erwärmt, uud ſo wie die Flüſſigkeit verdunſtet, ſetzt man von Zeit zu Zeit Waſſer zu, damit das Oxyde ſtets einen Zoll hoch mit der Flüſſigkeit bedeckt ſey. Das Reiben muß ungefähr zwei Stunden fortgeſetzt werden, nach Verlauf dieſer Zeit verwandelt ſich die ſchwarze Farbe der Miſchung in eine braune, welches gewöhnlich erfolgt, wenn ein großer Theil der Flüſſigkeit verdunſtet iſt, dann gehet ſie ſchnell in die rothe Farbe über. Jetzt wird kein Waſſer ferner zugeſchüttet, allein es wird mit dem Reiben ohne Unterbrechung fortgefahren. Hat die Maſſe die Konſiſtenz einer Gallerte, ſo wird die rothe Farbe mit einer außerordentlichen Geſchwindigkeit immer glänzender. In dem Augenblicke in welchen die Farbe ihre größte Schönheit erreicht hat, nimmt man die Miſchung vom Feuer, weil ſonſt die Farbe in eine ſchmutzig braune übergehen würde. Der Graf Mouſſin Puſchkin hat die Bemerkung gemacht,

---

acht Theilen Salzſäure und einem Theile Salpeterſäure übergießt, wird derſelbe zerſetzt: die Säure löſt das Queckſilber auf, und der Schwefel bleibt zurück. Anm. d. Ueberſ.

daß man verhindern könne, daß die Miſchung die braune Farbe annehme, wenn man ſie in dem Augenblicke in welchem ſich die rothe Farbe zeigt, vom Feuer nimmt, und ſie zwei bis drei Tage einer gelinden Wärme ausſetzt, einige Tropfen Waſſer zutröpfelt, und ſie von Zeit zu Zeit umrührt. Während dieſer Zeit, gewinnt die rothe Farbe immer mehr an Schönheit, und wird zuletzt vortreflich. Setzt man dieſes ſchwefelhaltige Queckſilber einer ſtarken Hitze aus, ſo wird es augenblicklich braun, und geht ins dunkel violette über; nimmt man es vom Feuer ſo wird es augenblicklich ſchön karminroth.

Phosphorhaltiges Queckſilber. 3. Nachdem Pelletier mehrere fruchtloſe Verſuche gemacht hatte, den Phosphor mit dem Queckſilber zu verbinden, ſo gelang es ihm, indem er eine Miſchung aus rothem Queckſilberoxyde und Phosphor deſtillirte. Ein Theil des Phosphors vereinigte ſich mit dem Sauerſtoffe des Oxyde, und verwandelte ſich in eine Säure, der Ueberreſt mit dem Queckſilber. Er machte die Bemerkung, daß das Queckſilber ehe es ſich mit dem Phosphor verband, in ein ſchwarzes Pulver verwandelt wurde. Bei Widerholung dieſes Verſuches fand ich, daß wenn ich Phosphor in einer mit Waſſerſtoffgas angefüllten Retorte (um das Verbrennen des Phosphors zu verhindern) mit dem ſchwarzen Oxyde des Queckſilbers ſchmolz, ſich leicht eine Verbindung zwiſchen beiden bewerkſtelligen ließ. Da es Pelletier nicht gelingen wollte, metalliſches Queckſilber mit Phosphor zu vereinigen, ſo muß man annehmen, daß die Verbindung des Phosphors nicht mit metalliſchem Queckſilber, ſondern mit dem ſchwarzen Oxyde deſſelben erfolge. Die Zuſammenſetzung iſt dem-

nach nicht phosphorhaltiges Queckſilber, ſondern phosphorhaltiges ſchwarzes Queckſilberoxyde.

Es hat eine ſchwarze Farbe, eine ziemlich feſte Konſiſtenz, und läßt ſich mit einem Meſſer ſchneiden. Setzt man es der Luft aus, ſo ſtößt es Dämpfe des Phosphors aus *).

IV. Das Queckſilber verbindet ſich nicht mit den einfachen unverbrennlichen Körpern.

Amalgam. V. Mit den meiſten Metallen geht das Queckſilber eine Verbindung ein. Dieſe Verbindungen ſind in der Chemie unter dem Nahmen der Amalgame bekannt **).

Queckſilber und Gold. 1. Das Amalgam des Goldes läßt ſich leicht darſtellen, weil eine ſehr ſtarke Verwandſchaft zwiſchen dieſen beiden Metallen ſtatt findet. Taucht man ein Stückchen Gold in Queckſilber, ſo wird die Oberfläche deſſelben, indem es ſich mit dem letzteren Metalle verbindet, ſo weiß wie Silber. Das leichteſte Verfahren, dieſes Amalgam zu bereiten, iſt dieſes, daß man rothglühendes Gold in Stückchen in das Queckſilber wirft. Das Verhältniß der Beſtandtheile läßt ſich nicht beſtimmen, indem das Amalgam ſowohl Verwandſchaft zum Golde, als Queckſilber hat; aus dieſem Grunde verbinden ſie ſich in jedem Verhältniſſe mit einander. Dieſes Amalgam hat eine weiße Farbe mit einem Stich ins Gelbe; und wenn man es aus ſechs Theilen Queckſilber und einem Theile Golde bereitet, ſo erhält man es in vierſeitigen Prismen kryſtalliſirt. Es ſchmilzt bei mäßiger Hitze; und wenn dieſe einen gewiſſen Grad erreicht, ſo verdunſtet das Queckſilber, und das Gold bleibt rein zurück. Man bedient

---

*) Ann. de Chim. XIII, 122.

**) Gellerts metallurg. Chemie. Th. I. S. 132.

ſich des Amalgams des Goldes vorzüglich zum Vergolden. Das Amalgam, welches aus zehn Theilen Queckſilber und einem Theile Golde beſtehet, wird auf dem zu vergoldenden Metalle ausgebreitet; dann wird durch Anwendung einer gleichförmigen und gelinden Hitze, das Queckſilber verflüchtigt, worauf das Gold mit der Oberfläche des Metalls verbunden zurückbleibt: die vergoldete Fläche wird alsdann mit einer dräthernen Bürſte unter Waſſer gerieben und hierauf polirt *).

2. Dr. Lewis verſuchte ein Amalgam des Platins zu bilden, allein er kam nach Verlauf von mehreren Wochen kaum damit zu Stande. Guyton Morveau erreichte dieſen Zweck mit Hülfe der Wärme. Er befeſtigte einen kleinen Zylinder aus Platin auf den Boden eines ſchmalen gläſernen Gefäßes, und überdeckte ihn mit Queckſilber. Das Gefäß wurde hierauf in ein Sandbad geſtellt, und das Queckſilber ununterbrochen im Kochen erhalten. Das Queckſilber verband ſich allmählich mit dem Platin, das Gewicht des Zylinders nahm um das Doppelte zu, und er wurde brüchig. Wurde das Platin ſtark erhitzt, ſo verdunſtete das Queckſilber, und das Platin blieb zum Theil oxydirt zurück. Es iſt merkwürdig, daß das Platin, ungeachtet ſeines größeren ſpecifiſchen Gewichts, ſtets auf der Oberfläche des Queckſilbers ſchwamm, ſo daß Morveau **) ſich genöthigt ſah, es auf dem Boden des Gefäßes zu befeſtigen.

*) Gellerts metallurgiſche Chemie. S. 375.

**) Ann. de Chim. XXV, 12. Dieſes rührte wahrſcheinlich von der ſtarken Cohäſion her, welche zwiſchen den Theilchen des Queckſilbers ſtatt findet. Legt man ein großes Stück Platin auf die Oberfläche des Queckſilbers, ſo ſinkt es wegen ſeines großen ſpecifiſchen Gewichts zu Boden; allein ein kleines Stückchen

3. Das Amalgam des Silbers wird auf eben die Art wie das des Goldes und mit derſelben Leichtigkeit verfertigt. Es bildet dendritiſche Kryſtalle, welche der Beobachtung der Dijoner Akademiſten zufolge aus acht Theilen Queckſilber gegen einen Theil Silber beſtehen. Es hat eine weiße Farbe, und iſt ſtets weich. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt größer als das Mittel zwiſchen den beiden Metallen. Gellert hat ſogar die Bemerkung gemacht, daß, wenn man es in reines Queckſilber wirft, es in demſelben zu Boden ſinkt *). Wird es hinreichend erhitzt, ſo wird das Queckſilber verflüchtigt, und das Silber bleibt rein zurück.

Verwandſchaften. VI. Die Verwandſchaften des metalliſchen Queckſilbers ſind von Morveau, die ſeiner Oxyden von Bergmann in folgender Ordnung angegeben worden:

Queckſilber.	Oxyden des Queckſilbers.
Gold.	Salzſäure.
Silber.	Kleeſäure.
Zinn.	Bernſteinſäure.
Blei.	Arſenikſäure.
Wismuth.	Phosphorſäure.
Platin.	Schwefelſäure.

(z. B. ein Platindrath) ſchwimmt, indem es nicht vermögend iſt, die Cohäſion des Queckſilbers zu überwinden. Drückt man es hingegen bis auf den Boden herab, ſo verbleibt es daſelbſt, vermöge ſeines größern ſpecifiſchen Gewichts. Wird das Gefäß erwärmt, ſo kommt der Drath wieder auf die Oberfläche, indem er von dem heißen Queckſilber, mit dem es angefangen hat zuſammenzuſchmelzen, in die Höhe gehoben wird. Dieſe Thatſachen erklären die ſcheinbare von Morveau beobachtete Anomalie.

*) Gellerts metallurgiſche Chemie. S. 142.

Zink.	Milchzuckerſäure.
Kupfer.	Weinſteinſäure.
Antimonium.	Zitronenſäure.
Arſenik.	Schweflichte Säure.
Eiſen.	Salpeterſäure.
	Flußſäure.
	Eſſigſäure.
	Boraxſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

Zuſatz des Ueberſetzers.

Ueber die Amalgamation des Platins mit Queckſilber und die Benutzung dieſer Verbindung um das Platin zu ſchmieden, hat der Graf Mouſſin Puſchkin im neuen allgemeinen Journal der Chemie B. III. H. IV. S. 453 einige ſchätzbare Bemerkungen mitgetheilt.

1. Das Platin wird in ſalpetriger Salzſäure (wozu das beſte Verhältniß gegen einen Theil Metall 2½ Theile Salzſäure uud 5 Theile Salpeterſäure ſind, wo gewöhnlich etwas über die Hälfte des Metalls aufgelöſt wird) aufgelöſt. Bei größeren Mengen des Metalls bewirkt man am Vortheilhafteſten die Auflöſung im Deſtillirkolben, da die übergehende Flüſſigkeit noch eine beträchtliche Menge Platin aufzulöſen vermag. Bei einer ſehr großen Menge kann man dieſes noch einigemal wiederhohlen, um die Koſten der Auflöſung zu vermindern. Dieſes beſtätigen die Verſuche von Prouſt über dieſen Gegenſtand vollkommen.

5. Die bis zum Kryſtalliſiren eingedickte Flüſſigkeit, wird

wieder in heißem Waſſer aufgelöſt, wie gewöhnlich mit Salmiakauflöſung gefällt, der Niederſchlag durch das Filtrum abgeſchieden, und wiederhohlt mit etwas kaltem Waſſer nachgeſpühlt, dann nach und nach vom Filtrum in eine Schale aus Fayence oder Porcellan gebracht, und bei gelinder Hitze getrocknet.

3. Der trockene Niederſchlag wird in einem heſſiſchen Schmelztiegel vor dem Gebläſe im ſtärkſten Feuer reducirt, der Tiegel nach der Reduktion geöffnet, noch einige Zeit in der Weißglühhitze erhalten, und das lockere Metall hernach in einem großen Kolben mehrere Male mit vielem heißen Waſſer ausgeſüßt und getrocknet.

4. Um das noch anhängende Eiſen abzuſcheiden, wird das trockene Metall einige Minuten lang in verdünnter Salzſäure geſotten, durch das Filtrum geſchieden und ſtark ausgeſüßt, getrocknet, und in einem Schmelztiegel wieder anhaltend und ſtark geglühet.

5. Das ſo behandelte ſehr weiße Platin wird gewogen, gegen einen Theil davon, drei Theile möglichſt reines Queckſilber genommen, und in einem Mörſer aus Feuerſtein mit einem Peſtill von derſelben Materie amalgamirt. Dieſe Amalgamation geht ſehr gut von ſtatten, nur muß man anfänglich kleine Portionen von beiden Metallen im Mörſer zuſammen bringen. Die erſte Miſchung amalgamirt ſich etwas ſchwer, ſobald aber ein Amalgam entſtanden iſt, braucht man nur abwechſelnd ein wenig Platin und ein wenig Queckſilber zuzuſetzen, die ſich beinahe augenblicklich unter dem Piſtill vereinigen. Man kann mit Leichtigkelt einige Pfund in wenigen Stunden amalgamiren.

6. Iſt dieſes Amalgam gehörig vereinigt, und läßt es

ſich überall gleichförmig ſtrecken, ſo bringt man es in hölzerne Formen, die auch durch wohl paſſende hölzerne Stöpſel geſchloſſen werden, unter eine Preſſe, oder unter Gewichte, um das Amalgam ſo ſehr wie möglich zuſammenzudrücken. Erlaubt es die Zeit, ſo läßt man das Amalgam einige Tage in dieſem Zuſtande, will man aber das geſchmiedete Platin ſchnell erhalten, ſo kann man nur einige Stunden dazu anwenden. Das überflüſſige Queckſilber läuft an den Kanten der Formen ab, wo äußerſt feine Einſchnitte dazu angebracht ſind.

7. Nun werden die Stöpſel behutſam herausgenommen, und die hölzerne Form ſammt dem Amalgam in einem paſſenden Tiegel vor dem Gebläſe bis zum Weißglühen gebracht. Das Holz verkohlt ſich, das Queckſilber entweicht, und das Platin bleibt in der Geſtalt, die es durch den Druck erhalten hatte, zurück, und hat ganz das Anſehen eines feſten Metalls. Es wird hierauf wieder in einem Tiegel ſtark und anhaltend geglühet, und während des Glühens von Zeit zu Zeit Oel darauf gegoſſen, wodurch es mehr Geſchmeidigkeit erhält.

8. Hierauf werden die Stäbe von einem geſchickten Schmidt mit derſelben Vorſicht, wie beim Silber, erſt behutſam zuſammengedrückt; dann, wenn ſie die gehörige Feſtigkeit erhalten haben, ausgezogen. Dieſe Operation geht deſto leichter vor ſich, je größer die Maſſen ſind, und je reiner das zur Amalgamation angewandte Queckſilber und Platin waren.

Zur Beſtätigung dieſer Vorſchläge, und auch zur Abkürzung des mitgetheilten Verfahrens, dienen folgende Erfahrungen von Gehlen.

Er fällte, um reines Platin zu erhalten, eine beträcht-

liche Menge Platinauflöſung durch überflüſſig zugeſetztes Queckſilber. Es fiel ein ſchwarzer Niederſchlag zu Boden, der nach reichlichem Ausſüßen und Trocknen ein ſchweres, doch lockeres glanzloſes Pulver darſtellte. Dieſes wurde in einem Heſſiſchen Schmelztiegel einem nach und nach bis zum Weißglühen verſtärkten Feuer ausgeſetzt. In dem Maße, als das Feuer verſtärkt, und das Queckſilber verflüchtigt wurde, ſchwand der Inhalt des Tiegels immer mehr zuſammen, und nahm zuletzt nur den vierten bis fünften Theil des vorigen Raumes ein. Der Inhalt des Tiegels hatte nach dem Erkalten einen ſchönen Platinglanz, und ſtellte eine feſt zuſammengebackene Maſſe dar, die aber viele Hölungen hatte. Die einzelnen größeren Stücke ließen ſich unter dem Hammer ſchlagen.

Bei dieſem Verfahren erſpart man die Fällung durch Salmiak, und kann das zur Fällung angewandte Queckſilber aus der über dem Niederſchlage ſtehenden Flüſſigkeit auf eine wohlfeile Art durch Fällung mit Eiſen zurückerhalten.

Anhang zu dieſem Abſchnitte.

Vom Palladium.

Im Monat April 1803 wurde durch eine öffentliche Anzeige bekannt gemacht, daß ein neues edles Metall, Palladium genannt, bei Forſter's Gerard = Straße, Geſchichte. Soho, London zu verkaufen wäre. Einige der Eigenſchaften deſſelben wurden in dieſer Anzeige nahmhaft gemacht, der Nahme des Entdeckers wurde aber nicht angegeben. Die ungewöhnliche Art, mit der dieſe Entdeckung ange-

angekündigt wurde, erregten bei Chenevix den Verdacht, daß hier ein Betrug zum Grunde liege. Er ſtellte deswegen einige Verſuche an, um die Zuſammenſetzung deſſelben auszumitteln, überzeugte ſich aber bald, daß die Eigenſchaften deſſelben es von jedem der bekannten Metalle unterſchieden. Dieß veranlaßte ihn, alles was ſich noch in den Händen des Verkäufers befand, an ſich zu bringen. Es wurde um den hohen Preis 25 Gran für eine Guinée verkauft.

Eigenſchaften. Es war durch Kunſt bearbeitet worden, und wurde in dünnen Blättchen verkauft. Polirt ähnelte es vollkommen dem Platin. Die Blätter waren ſehr biegſam. Ihr ſpecifiſches Gewicht wechſelte von 10,972 bis 11,482.

Die Wirkungen, welche der Galvanismus auf dieſes Metall äußerte, waren genau dieſelben wie beim Golde und Silber. Vor dem Löthrohre wurde die von der Flamme am weiteſten entfernte Seite blau. Zum Schmelzen deſſelben wurde eine ſehr erhöhte Temperatur erfordert. Durch das Schmelzen verlor das Metallkorn etwas von ſeinem Gewichte; ſein ſpecifiſches Gewicht nahm hingegen von 10,972 bis 11,871 zu. Es war härter als Eiſen, und ſchien kryſtalliſirt zu ſeyn. Der Bruch war faſrig.

Wurde es ſtark erhitzt mit Schwefel berührt, ſo ſchmolz es, und blieb ſo lange, als die Zuſammenſetzung rothglühte, geſchmolzen. Das ſchwefelhaftige Palladium war ſpröde und weißer als das reine. Durch Kohle wurde es nicht verändert. Mit den verſchiedenen Metallen ließ es ſich zuſammenſchmelzen, und bildete mit ihnen Metallgemiſche, deren Eigenſchaften Chenevix beſchrieben hat.

Durch die Einwirkung des ſchmelzenden Kali verlor es ſeinen Glanz, und etwas von ſeinem Gewichte. Natrum

wirkte weniger energiſch. Ließ man Ammonium mehrere Tage mit demſelben in Berührung, ſo nahm es eine blaue Farbe an.

Wurde Schwefelſäure mit Palladium gekocht, ſo nahm ſie eine ſchönrothe Farbe an, und löſte einen Theil deſſelben auf; allein ihre Wirkung war nicht ſehr kräftig. Salpeterſäure wirkte mit größerer Energie, oxydirte das Metall, löſte es auf, und bildete damit eine Auflöſung von ſchönrother Farbe. Wurde Salzſäure lange mit demſelben gekocht, ſo wurde ſie ſchön roth gefärbt. Salpetrige Salzſäure griff das Palladium mit großer Lebhaftigkeit an, und bildete damit eine ſchön rothe Auflöſung.

Aus dieſen Auflöſungen ſchlugen die Alkalien und Erden ein ſchön gefärbtes Orangepulver nieder; wurde hiezu Ammonium angewandt, ſo nahm die überſtehende Flüſſigkeit zuweilen eine grün blaue Farbe an. Schwefelſaures, ſalpeterſaures, und ſalzſaures Kali bewirkten, wie in den Auflöſungen des Platins, orange Niederſchläge. Salzſaures Zinn fällte aus den Neutral-Salzen des Palladiums einen dunkel orange oder braunen Niederſchlag. Schwefelſaures Eiſen fällte das Palladium im metalliſchen Zuſtande. Blauſaures Kali verurſachte einen olivenfarbenen, und mit ſchwefelhaltigem Waſſerſtoffgaſe geſchwängertes Waſſer einen dunkelbraunen Niederſchlag. Flußſäure, Arſenikſäure, Phosphorſäure, Kleeſäure, Weinſteinſäure, Zitronenſäure und ihre Salze, fällten einige Auflöſungen des Palladiums, und bildeten verſchiedene Zuſammenſetzungen damit.

Dieß ſind die Eigenſchaften, welche Chenevix am Palladium auffand. Sie geben deutlich zu erkennen, daß ſich daſſelbe von allen bekannten metalliſchen Subſtanzen un-

terſcheide. Noch immer hielt er es für eine Zuſammenſetzung, und verſuchte verſchiedene Methoden, um eine ähnliche darzuſtellen. Endlich vermuthete er, daß Platin und Queckſilber die Beſtandtheile deſſelben ſeyn möchten, und nach mancherlei Verſuchen fiel er auf folgendes Verfahren, welches von einem erwünſchten Erfolge begleitet war.

Hundert Theile Platin, die vorläufig um ſie zu reinigen in ſalpetriger Salzſäure aufgelöſt, und durch Salmiak gefällt worden waren, wurden in ſalpetriger Salzſäure aufgelöſt. Zu dieſer Auflöſung ſetzte er 200 Gran rothes Queckſilberoxyde. Da hiedurch die Säure nicht geſättigt wurde, ſo fuhr er fort, ſo lange rothes Queckſilberoxyde zuzuſetzen, bis eine völlige Sättigung derſelben erfolgte. Hierauf ſchüttete er eine Auflöſung von ſchwefelſaurem Eiſen in einen langhalſigen Kolben; goß hierzu die Auflöſung des Platins und Queckſilberoxyde, und erwärmte die Miſchung in einem Sandbade. Es fiel bald ein häufiger Niederſchlag zu Boden, und die innere Fläche des Kolbens wurde mit einer dünnen metalliſchen Rinde belegt. Dieſe Rinde wurde geſammelt, mit Waſſer gewaſchen, und in einem Kohlentiegel einem heftigen Feuersgrade ausgeſetzt; dadurch erhielt Chenevix ein Metallkorn, welches alle Eigenſchaften des Palladiums beſaß. Aus der verhältnißmäßigen Menge der Beſtandtheile folgerte er, daß das Palladium aus zwei Theilen Platin und einem Theile Queckſilber beſtehe.

Folgerungen hieraus. Die außerordentlichen Folgerungen, welche aus dieſem Verſuche hervorgehen, werden ſich dem Leſer auf einmal darbieten. Wir ſehen eine Zuſammenſetzung aus zwei Metallen, die durch die Kunſt nicht aufgehoben werden kann. Giebt es aber eine ſolche Zuſammenſetzung, war-

um ſollten nicht andre für einfach gehaltene Metalle ähnliche Zuſammenſetzungen ſeyn können?

Dieſe Zuſammenſetzung enthält Queckſilber, das eine der flüchtigſten Subſtanzen iſt, und dieſes befindet ſich in dem Palladium in einem ſolchen Zuſtande, daß es, ohne die Verbindung zu verlaſſen, den heftigſten Feuersgrad zu ertragen vermag: ſo daß demnach eine dem Anſcheine nach höchſt thörichte alchemiſche Meinung durch dieſen Verſuch Beſtätigung erhält.

Aber auch das ſpecifiſche Gewicht des Palladiums iſt ein ganz außerordentlicher Umſtand. Es iſt beträchtlich geringer, als das von jedem ſeiner Beſtandtheile. Man kann das ſpecifiſche Gewicht des Platins nicht geringer als 22 annehmen, indem ein Schmelztiegel von dieſem Metall, den ich beſitze, und welcher von Janetty in Paris verfertigt worden (in dem, nach der in dieſer Fabrik üblichen Bearbeitungsart, das Platin nicht ganz rein ſeyn kann) ein ſpecifiſches Gewicht hat, das nur um einen kleinen Bruch geringer iſt, als 22. Das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers kann gleich 13,5 geſetzt werden. Wenn man nun das ſpecifiſche Gewicht des Platins P, ſeine Menge p, das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers M, und die in der Miſchung befindliche Menge m ſetzt, ſo giebt die Rechnung für das ſpecifiſche Gewicht der Miſchung $\frac{PM(p+m)}{Pm+Mp} = \frac{8910}{49} = 18{,}16$. Das wirkliche ſpecifiſche Gewicht war aber nur 11,2; es muß mithin eine Ausdehnung, die mehr als den dritten Theil des Ganzen beträgt, ſtatt gefunden haben.

Die Verſuche von Chenevix wurden von einigen der ausgezeichnetſten Chemiſten zu London wiederholt; unter

andern (wenn ich mich nicht irre) von Dr. Wollaſton und von Tennant; allein es glückte keinem, Palladium zu erhalten. Es finden daher noch immer Zweifel gegen die Richtigkeit von Chenevix Verſuchen ſtatt. Zieht man aber auf der andern Seite die Genauigkeit, mit welcher Chenevix ſeine Verſuche anzuſtellen pflegt, in Erwägung, ſo wie den Umſtand, daß ihm ſelbſt ſehr viele Verſuche mißglückten, und nur wenige ein erwünſchtes Reſultat gaben, ſo kann man nicht füglich abgeneigt ſeyn, ihm völligen Glauben zu ſchenken. Ich wiederholte den Verſuch vergangenen November (1803) mit aller der Vorſicht, die mir nur erforderlich ſchien, um mir einen erwünſchten Erfolg zu ſichern. Ich hatte das Platin dadurch gereinigt, daß ich es aus ſeiner Auflöſung durch Salmiak gefällt, und nachher geglühet hatte. Das Queckſilberoxyde hatte ich ſelbſt aus Queckſilber, in dem keine merkliche Spur eines fremden Metalls befindlich war, bereitet. Ich erhielt die metalliſche Rinde, deren Herr Chenevix Erwähnung thut; da ich ſie heftig in einem Kohlentiegel glühete, ſo erhielt ich ein Metallkorn, das eine weiße Farbe hatte, und dem Platin ſehr ähnelte. Er war ſehr porös, und ungeachtet es ſich hämmern ließ, ſo zerſprang es doch bald unter dem Hammer. Sein ſpecifiſches Gewicht betrug nur 11,126. Dieſes geringe ſpecifiſche Gewicht rührte zum Theil von ſeiner Poroſität her. Alle drei mineraliſchen Säuren wirkten auf daſſelbe; allein keine äußerte eine heftige Wirkung darauf, und die Farbe der Auflöſung war nicht ſchön roth, ſondern ſchmutzig rothbraun. Die gewöhnlichen Prüfungsmittel ließen mich die Gegenwart des Eiſens nicht erkennen; allein die Auflöſungen gaben unzweideutige Spuren von der Gegenwart des Platins. Kurz, das erhaltene Me-

tallkorn war kein Platin, allein es war auch kein Palladium. Ungeachtet dieſer Verſuch von keinem glücklichen Erfolge begleitet war, ſo bin ich davon weit entfernt, ihn als einen Widerſpruch mit Chenevix Verſuchen zu betrachten; es wäre aber ſehr zu wünſchen, daß ſie von andern Chemiſten mit glücklichem Erfolge wiederholt würden. Kürzlich iſt eine Anzeige von dem unbekannten Entdecker des Palladiums in die öffentlichen Blätter eingerückt worden, in der die Richtigkeit von Chenevix Verſuchen geleugnet, und demjenigen eine Belohnung verſprochen wird, welcher künſtliches Palladium vorzeigen kann *).

---

*) Die Verſuche von Chenevix wurden in Berlin von Roſe und Gehlen wiederholt; allein ungeachtet ſie die von Chenevix als die vorzüglichſten angegebenen Methoden befolgten, ſo erhielten ſie doch keinesweges die von ihm beſchriebenen Reſultate. Richter, der ſich gleichfalls mit Wiederholung dieſer Verſuche beſchäftigte, war in ſeinem Bemühen nicht glücklicher (Neues Allgemeines Journal der Chemie. B. I. H. V. S. 529 ff.). Graf Mouſſin Pouſchkin vermuthet, daß vielleicht der Neffe von Forſter, den er mit ſeiner Methode, Platin zu ſchmieden, bekannt machte, bei Wiederholung dieſer Verſuche auf dieſe neue Verbindung des Platins mit dem Queckſilber gekommen ſeyn mag. Nach Bekanntmachung der Eigenſchaften des Palladiums hat er ſelbſt eine vollkommne Auflöſung von Platinamalgama in Salpeterſäure bewirkt, und aus derſelben ein Salz erhalten, das ſich durch mäßige Hitze reducirte, und ein ſchwaches Glühfeuer aushielt, ſich aber mit Schwefel nicht vereinigte, nicht ſchmieden ließ, und auch in der Weißglühhitze vollkommen zerſetzt wurde, indem das Queckſilber davon flog und das Platin als ein graues glänzendes Pulver zurück blieb. Neues Allg. Journ. der Chemie. B. III. H. IV. S. 450. Anm. d. Ueberſ.

Fünfter Abſchnitt.

Von dem Kupfer.

1. Nächſt dem Golde und Silber war das Kupfer dasjenige Metall, mit welchem die Menſchen von den früheſten Zeiten her bekannt wurden. Ehe man die Kunſt lernte Eiſen zu bearbeiten, bediente man ſich des Kupfers zur Verfertigung aller Hausgeräthe und Waffen. Selbſt während des Trojaniſchen Krieges, hatten, wie uns Homer erzählt, die Streiter keine andre als eherne Waffen, die aus einer Miſchung von Kupfer und Zinn beſtanden. Das Wort Kupfer ſtammt vondem Nahmen der Inſel Cypern her, wo man es entweder zuerſt entdeckte, oder wo es von den Griechen mit einer gewiſſen Vollkommenheit bearbeitet wurde.

1. Dieſes Metall hat eine ſchön rothe Farbe, und ziemlich viel Glanz. Sein Geſchmack iſt ſtyptiſch und ekelerregend: reibt man es einige Zeit mit den Händen, ſo nehmen dieſe hiervon einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch an.

2. Seine Härte iſt 7,5. Das ſpecifiſche Gewicht beträgt wenn es geſchmolzen worden 8,667; nach dem Hämmern 8,9.

3. Die Streckbarkeit des Kupfers iſt ſehr groß; man kann es zu ſo dünnen Blättchen ſchlagen, daß der leichteſte Hauch ſie hinwegführt. Auch die Dehnbarkeit dieſes Metalls iſt beträchtlich. Bei den Verſuchen um die Zähigkeit des Kupfers zu beſtimmen, fand Sickingen, daß ein Kupferdrath von 0,078 Zoll im Durchmeſſer ohne zu zerreißen ein Gewicht von 302,26 Pfunden tragen kann.

4. Wird es bis zum 27° nach Wedgwood's Pyrometer, (welche Temperatur nach Mortimers Berechnung mit 1450° Fahr: übereinkommt) *) erhitzt, ſo ſchmilzt es; wird der Grad der Hitze verſtärkt, ſo entweicht es in ſichtbaren Dämpfen. Läßt man es langſam erkalten, ſo nimmt es eine kryſtalliniſche Geſtalt an. Der Abt Mongez welcher mehrere ſchätzbare Verſuche über das Kryſtalliſiren der Metalle angeſtellt hat, erhielt es in vierſeitigen Pyramiden, die oft in einander gefügt waren.

II. Das Kupfer wird vom Waſſer nicht verändert; ſelbſt bei der Rothglühhitze vermag es nicht, wofern nicht die Luft Zutritt zu demſelben hat, eine Zerſetzung deſſelben zu bewirken. In dieſem Falle wird die Oberfläche des Metalls oxydirt. Jeder wird die Bemerkung gemacht haben, daß wenn man Waſſer in einem kupfernen Gefäße aufbewahrt, es mit einer grünen Rinde, die Grünſpan genannt wird, belegt wird, dieſe bildet ſich an der Stelle, welche mit der Oberfläche des Waſſers in Berührung iſt.

Oxyden. Setzt man Kupfer der Einwirkung der Luft aus, ſo läuft die Oberfläche deſſelben allmählich an, wird braun, und überzieht ſich zuletzt mit einer dunkelgrünen Kruſte. Dieſe Kruſte beſtehet aus Kupferoxyde, das mit kohlenſaurem Gas verbunden iſt. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre erfolgt die Oxydation des Kupfers nur langſam, wird aber eine Platte dieſes Metalls rothglühend gemacht, ſo überzieht ſie ſich in wenigen Minuten mit einer oxydirten Rinde, welche ſich, ſo wie die Platte abkühlt, von ſelbſt in kleinen Schuppen ablöſt. Beim Abkühlen zieht ſich die

*) Phil. Trans. XLIV, 672.

Kupferplatte beträchtlich zuſammen, die oxydirte Rinde hingegen nimmt nur wenig in ihrer Ausdehnung ab, ſie zerbricht daher in Stücken und fällt ab, wenn ſich die unter ihr befindliche Platte zuſammenzieht. Man kann ſich dieſes Oxyde verſchaffen, wenn man eine Kupferplatte abwechſelnd erhitzt, und in kaltes Waſſer taucht. Die Schuppen löſen ſich los, und ſinken in dem Waſſer zu Boden.

Bei einer heftigen Hitze, oder wenn Kupfer einem entzündeten Strom aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas ausgeſetzt wird, entzündet ſich das Metall, brennt mit lebhaftem Glanze, und verbreitet dabei ein ſo helles Licht welches ſo intenſiv iſt, daß es das Auge kaum zu ertragen im Stande iſt. Das Produkt iſt ein Oxyde des Kupfers.

Bis jetzt kennt man zwei Oxyden des Kupfers, und es ſcheint auch nicht, daß ſich dieſes Metall mit mehr als zwei verſchiedenen Antheilen von Sauerſtoffe verbinden könne. Das Protoxyde hat eine ſchön orange Farbe; das Peroxyde iſt ſchwarz, ungeachtet wenn es mit andern Körpern eine Verbindung eingehet, es verſchiedene Schattirungen von Blau, Grün und Braun annehmen kann.

Protoxyde. 1. Das Protoxyde des Kupfers iſt zuerſt von Prouſt entdeckt worden, allein Chenevix, welcher es in der Natur unter den in Cornwall brechenden Erzen gefunden hat, hat uns zuerſt mit den Eigenſchaften deſſelben bekannt gemacht. Man kann es bereiten, wenn man 57,5 Theile ſchwarzes Kupferoxyde mit 50 Theilen Kupfer, das in ein feines Pulver dadurch verwandelt worden, daß man es aus ſeiner Auflöſung in Salzſäure durch ein Stahlblech fällte, vermiſcht. Die Miſchung wird in einem Mörſer gerieben, in eine Flaſche geſchüttet, mit Salzſäure übergoſſen,

und die Flaſche feſt verſtopft. Es wird wärmefrei, und beinahe alles Kupfer aufgelöſt. Tröpfelt man Kali in dieſe Auflöſung, ſo fällt das orange Kupferoxyde zu Boden. Allein das leichteſte Verfahren dieſes Oxyde zu bereiten, beſtehet darin, daß man Kupfer in Salzſäure unter Mitwirkung der Wärme auflöſt. Die grüne Flüſſigkeit welche dadurch erhalten wird, wird nebſt einigen Stücken Kupferblech in eine Flaſche geſchüttet, und das Ganze feſt verſtopft. Allmählich verſchwindet die grüne Farbe, und verwandelt ſich in eine dunkelbraune; die Flüſſigkeit wird undurchſichtig und es ſetzet ſich allmählig eine Menge ſchmutzig weißer Kryſtalle ab, die Sandkörnern ähneln. Schüttet man dieſe Flüſſigkeit, oder die Kryſtalle in eine Auflöſung von Kali, ſo fällt das orange Oxyde in Menge zu Boden.

Dieſes Oxyde beſtehet aus 88,5 Kupfer und 1,15 Sauerſtoffe *). Es ziehet ſo begierig Sauerſtoff ein, daß man es kaum trocknen kann, ohne daß ſich ſeine Farbe in die blaugrüne verwandelt, wenigſtens erfolgt dieſe Veränderung auf der Oberfläche deſſelben, iſt es aber einmal trocken, ſo behält es ſeine Farbe ſehr wohl bei.

Peroxyde. 2. Das Peroxyde des Kupfers liefern die Schuppen welche ſich von der Oberfläche des rothglühenden Kupfers ablöſen. Dieſe Schuppen haben eine violette Farbe, die von der Gegenwart eines geringen Antheils metalliſchen Kupfers, das ſich auf der Unterfläche derſelben befindet, herrührt; erhält man ſie aber einige Zeit unter dem Zutritte der Luft rothglühend, ſo werden ſie ſchwarz, und ſind dann ein reines Peroxyde des Kupfers. Man erhält dieſes Oxyde gleich-

*) Chenevix Phil. Trans. 1801. p. 227.

falls, wenn man Kupfer in Schwefelſäure oder Salpeterſäure auflöſt, es aus ſeiner Auflöſung durch Kali fällt, und dann den Niederſchlag gehörig erhitzt, damit alles etwa damit verbundene Waſſer entweiche.

Das Peroxyde des Kupfers beſtehet aus 80 Theilen Kupfer und 20 Theilen Sauerſtoff *). Wird es mit etwas weniger, als mit gleichen Theilen (dem Gewicht nach) gepulverten Kupfers vermiſcht, und bis zum Rothglühen erhitzt, ſo wird das Ganze in Protoxyde des Kupfers verwandelt.

Die Oxyden des Kupfers laſſen ſich leicht im metalliſchen Zuſtande darſtellen, wenn man ſie mit Kohle, Oelen oder andern fetten Körpern erhitzt; ja man kann ſich hierzu einiger Metalle, z. B. des Zinkes, bedienen.

3. Wird Kupfer in Salpeterſäure aufgelöſt, und zu der Auflöſung eine hinreichende Menge Kali zugeſetzt, ſo fällt ein blaues Pulver zu Boden, welches ſonſt für ein eigenthümliches Kupferoxyde gehalten, und dem zufolge blaues Kupferoxyde genannt wurde. Prouſt hat aber gezeigt, daß es nichts anders, als das ſchwarze Oxyde mit Waſſer verbunden ſey, aus dieſem Grunde hat er es Kupferhydrate genannt. Bei der Deſtillation geben 100 Theile deſſelben 25 Theile Waſſer, und es bleiben 75 Theile ſchwarzes Oxyde zurück.

Kohlenſaures Kupfer. Setzt man das blaue Pulver feucht der Einwirkung der athmosphäriſchen Luft aus, ſo wird es allmählich grün. Sonſt glaubte man, es rühre von der Abſorbtion des Sauerſtoffes her; aus dieſem Grunde nannte man es grünes Kupferoxyde. Prouſt fand, daß die-

*) Ann. de Chim. XXII, 26.

ſe Veränderung nicht von der Abſorbtion des Sauerſtoffes, ſondern von der Verbindung des ſchwarzen Kupferoxyde mit Kohlenſäure herrühre.

Verbindung mit brennbaren Stoffen.

III. Bis jetzt hat man das Kupfer weder mit Kohle, noch mit Waſſerſtoff verbinden können, mit Schwefel und Phosphor geht es aber leicht eine Vereinigung ein, und bildet Zuſammenſetzungen, die phosphorhaltiges und ſchwefelhaltiges Kupfer genannt werden.

Kupfer und Schwefel.

1. Legt man gleiche Theile Schwefel und Kupfer in einem Schmelztiegel in abwechſelnden Schichten über einander, ſo ſchmelzen und verbinden ſie ſich bei der Rothglühhitze. Das ſchwefelhaltige Kupfer, welches durch dieſes Verfahren erhalten wird, iſt eine ſpröde Maſſe, von ſchwarzer oder ſehr dunkel blau grauer Farbe. Es iſt ungleich leicht flüſſiger, als Kupfer, und beſteht nach Prouſts Verſuchen aus 78 Theilen Kupfer, und 22 Schwefel *). Dieſelbe Zuſammenſetzung wird erhalten, wenn man Kupferfeile mit Schwefel miſcht, mit Waſſer zu einem Teige knetet, oder auch, wie ich mich durch eigne Verſuche überzeugt habe, dadurch, daß man beide Subſtanzen ohne Waſſer miſcht, und einige Zeit der Luft ausſetzt.

Werden acht Theile Kupferfeile dem Gewichte nach mit drei Theilen Schwefelblumen vermiſcht, in eine Glasretorte geſchüttet, und auf glühende Kohlen geſtellt, ſo ſchmilzt die Miſchung, es erfolgt eine Art Explosion, ſie wird rothglühend, und wenn man ſie vom Feuer nimmt, ſo glüht ſie noch einige Zeit lang, wie eine glühende Kohle. Unterſucht man

*) Ann. de Chim. XXVIII, 172.

jetzt den Inhalt des Gefäßes, ſo findet man, daß er in ſchwefelhaltiges Kupfer verwandelt iſt. Dieſer merkwürdige Verſuch wurde zuerſt von den holländiſchen Chemiſten Deimann, Trooſtwyk, Nieuwland, Bondt und Lauwrenburg im Jahre 1793 angeſtellt *). Sie fanden, daß das Verbrennen am beſten erfolgt, wenn die Subſtanzen in dem oben angegebenen Verhältniſſe mit einander vermiſcht werden: daß es gleichfalls gelinge, wenn der Schwefel und das Kupfer vollkommen rein und trocken ſind; daß ferner die im Gefäße enthaltene Luft hierauf keinen Einfluß habe, und daß es gleichgültig ſey, ob athmosphäriſche Luft, oder Sauerſtoffgas, oder Waſſerſtoffgas, oder Stickgas, oder Waſſer, oder Queckſilber im Gefäß enthalten ſey. Dieſer Verſuch erregte große Aufmerkſamkeit, und iſt häufig wiederhohlt worden; denn es iſt der einzige bekannte Fall, in welchem ein ſcheinbares Verbrennen ohne Zutritt des Sauerſtoffs ſtatt findet. Die verſchiedenen Verſuche dieſe Erſcheinungen zu erklären, ſollen in einem der folgenden Kapitel angeführt werden.

Schwefelhaltiges Kupfer mit einem Ueberſchuß von Schwefel.

2. Prouſt hat gezeigt, daß das ſchwefelhaltige Kupfer ſich mit einem neuen Antheil Schwefel verbinden, und eine neue Zuſammenſetzung bilden kann, die mit einem Ueberſchuß von Schwefel verbundenes ſchwefelhaltiges Kupfer (supersulphuret of copper) genannt werden könnte. Dieſe Zuſammenſetzung iſt ſpröde, von gelber Farbe, metalliſchem Glanze, und kommt in der Natur häufig unter dem Nahmen des Kupferkieſes vor **).

*) Jour. do Min. No. 2. 85.
**) Jour. de Phys. LIII, 95.

Phosphorhaltiges Kupfer.

3. Pelletier bewirkte eine Verbindung zwiſchen Phosphor und Kupfer, indem er 16 Theile Kupfer, 16 Theile Phosphorglas und 1 Theil Kohle zuſammenſchmolz *). Marggraf war der erſte, welcher phosphorhaltiges Kupfer bereitete. Er bediente ſich hierzu des Verfahrens, daß er Phosphor und Kupferoxyde zuſammen deſtillirte. Am leichteſten erhält man es, wenn man Phosphor auf rothglühendes Kupfer wirft. Es hat eine weiße Farbe; und beſteht, nach Pelletier, aus 20 Theilen Phosphor und 80 Theilen Kupfer **). Das phosphorhaltige Kupfer iſt härter als Eiſen; es läßt ſich nicht ſtrecken, und kann dennoch nicht leicht gepulvert werden. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt 7,1220. Es kryſtalliſirt in vierſeitigen Prismen ***). An Leichtflüſſigkeit übertrifft es das Kupfer. Wird es der Luft ausgeſetzt, ſo verliert es ſeinen Glanz, wird ſchwarz, fällt in Stücken, das Kupfer iſt oxydirt, und der Phosphor in Phosphorſäure verwandelt. Wird es gehörig erhitzt, ſo brennt der Phosphor, und das Kupfer bleibt in Geſtalt ſchwarzer Schlacken zurück †).

VI. Das Kupfer verbindet ſich nicht mit dem Stickſtoff, ſalzſaures Gas verwandelt es ſchnell in ein Oxyde, mit dem es ſich verbindet.

Metallgemiſche.

V. Das Kupfer geht mit den meiſten Metallen eine Verbindung ein, und einige der dadurch gebildeten Zuſammenſetzungen ſind für die bürgerliche Geſellſchaft von großem Nutzen.

*) Ann. de Chim. I, 74.

**) Ann. de Chim. I, 74.

***) Ann. de Chim. XIII, 3.

†) Sage Jout. de Phys. XXXVIII, 468.

Kupfer und Gold. 1. Die Verbindung zwiſchen Gold und Kupfer bewirkt man durch das Zuſammenſchmelzen beider Metalle. Dieſes Metallgemiſch wird häufig angewendet, weil ein Zuſatz von Kupfer die Härte des Goldes vermehrt, ohne ſeiner Farbe Eintrag zu thun. Muſchenbrök *) hat gezeigt, daß dieſes Metallgemiſch die größte Härte beſitzt, wenn es aus ſieben Theilen Gold und einem Theile Kupfer beſtehet. Die Goldmünzen ſowohl in England als Frankreich beſtehen, aus eilf Theilen Gold und einem Theile Kupfer. Das ſpecifiſche Gewicht dieſes Metallgemiſches iſt ungleich größer als die Rechnung angiebt; es wird demnach durch dieſe Verbindung die Dichtheit beider Metalle vermehrt. Die Rechnung giebt 17,153, das wirkliche ſpecifiſche Gewicht dieſes Gemiſches iſt aber 17,486, ſo daß das Gemiſch $\frac{1}{48}$ an Dichte zugenommen hat **). Die Verbindung zwiſchen Gold und Kupfer iſt leichtflüſſiger als reines Gold, man bedient ſich daher derſelben um Stücke von letzterem Metall zuſammen zu löthen.

Nach Hatchett giebt ein Theil Gold mit $\frac{1}{12}$ Kupfer ein Metallgemiſch von dunkelgelber Farbe, das vollkommen ſtreckbar iſt. Wurde hierzu eine gleiche Menge von engliſchem oder ſchwediſchem granulirten Kupfer genommen, ſo wurde das Metallgemiſch etwas ſpröde, ſchwediſches Thaler-Kupfer machte es ſo ſpröde als Glas. Die reinſten Kupferarten welche in England verarbeitet werden, gaben in Verbindung mit Gold ein Metallgemiſch, das vollkommen ſtreckbar war. Die Sprödigkeit rührte von einem geringen An=

*) Fourcroy VI, 282.
**) Briſſon.

theil Blei oder Antimonium her, welcher dem Kupfer beigemiſcht war.

und Platin. 2. Platin läßt ſich durch Schmelzen mit dem Kupfer verbinden, nur iſt hierzu ein ſehr ſtarker Feuersgrad erforderlich. Das Gemiſch iſt ſtreckbar, hart, es nimmt eine ſchöne Politur an, und läuft nicht an. Man hat ſich dieſer Zuſammenſetzung mit Vortheil zur Verfertigung der Spiegel für Spiegel-Teleſkope bedient.

und Silber. 3. Das Silber verbindet ſich im Fluß leicht mit dem Kupfer. Das Metallgemiſch iſt härter und klingender als Silber, deſſen ungeachtet iſt die Dichtheit der Metalle verringert worden. Werden 137 Theile Silber und 7 Theile Kupfer zuſammengeſchmolzen, ſo müßte das ſpecifiſche Gewicht der Miſchung 10,3016 betragen, es iſt aber nur gleich 10,1725; folglich hat das Volumen der Metalle durch das Zuſammenſchmelzen um $\frac{1}{81}$ zugenommen *). Iſt das Verhältniß des Kupfers klein, ſo wird die Farbe des Silbers nicht verändert. Die engliſche Silbermünze beſtehet aus einem Theile Kupfer und 15 Theilen Silber; die franzöſiſche aus 7 Theilen Kupfer und 137 Theilen Silber, oder aus 1 Theile Kupfer und 19,57 Silber **). Die franzöſiſche Silbermünze enthält demnach feiner Silber als als die engliſche.

und Queckſilber. 4. Das Kupferamalgam läßt ſich nicht durch bloßes Zuſammenmiſchen des Kupfers mit Queckſilber darſtellen; ſelbſt bei Mitwirkung der Hitze findet dieſe Verbindung nicht ſtatt, weil bei dem Schmelzen des Kupfers

*) Hauy Jour. de Min. An V. pag. 471.
**) Hauy Jour. de Min. An V. pag. 471.

Kupfers erforderlichen Feuersgrade das Queckſilber ſublimirt wird. Dr. Lewis hat mehrere Vorſchriften gegeben, um das Kupferamalgam zu bereiten. Eine der einfachſten iſt die, daß man das Queckſilber mit Grünſpan (einer Zuſammenſetzung aus Kupfer und Eſſigſäure) und Kochſalz zuſammenreibt. Die Theorie dieſes Proceſſes iſt nicht ſo leicht einzuſehen. Auch auf folgendem Wege läßt ſich dieſe Zuſammenſetzung bewirken. Man taucht Kupferbleche in eine Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure; wo dann die Platte bald mit Queckſilber überzogen wird. Das Kupferamalgam hat eine röthlich weiße Farbe, und iſt anfänglich ſo weich, daß es die feinſten Eindrücke annimmt; es wird aber, der Luft ausgeſetzt, bald härter. In der Hitze wird es ſchnell zerſetzt, das Queckſilber verdunſtet, und das Kupfer bleibt zurück.

Verwandſchaften. VI. Bergmann giebt die Wahlanziehungen des Kupfers folgendermaßen an;

Kupfer.	Oxyde des Kupfers.
Gold.	Kleeſäure.
Silber.	Weinſteinſäure.
Arſenik.	Salzſäure.
Eiſen.	Schwefelſäure.
Magneſium.	Milchzuckerſäure.
Zink.	Salpeterſäure.
Antimonium.	Arſenikſäure.
Platin.	Phosphorſäure.
Zinn.	Bernſteinſäure.
Blei.	Flußſäure.
Nickel.	Zitronenſäure.
Wismuth.	Milchſäure.
Kobalt.	Eſſigſäure.

Queckſilber.	Boraxſäure.
Schwefel.	Blauſäure.
Phosphor.	Kohlenſäure.

Sechſter Abſchnitt.

Vom Eiſen.

Geſchichte. I. Das Eiſen, das häufigſte und nützlichſte aller Metalle, war weder ſo früh bekannt, noch lernte man es ſo früh mit Leichtigkeit bearbeiten, als das Gold, Silber und Kupfer. Es wurde von den öſtlichen Völkern entdeckt, bei denen der Anfang aller Künſte und Wiſſenſchaften zu ſuchen iſt. Die Schriften Moſes (der ungefähr 1635 Jahre vor Chriſtus gebohren worden) enthalten Beweiſe, daß dieſes Metall ſchon in frühern Zeiten den Egyptern und Phöniciern bekannt war. Er erwähnt der Oefen um Eiſen zu ſchmelzen *); der Erze aus welchen es erhalten wurde **), und bemerkt, daß Schwerdte ***), Meſſer †), Aexte ††), und Werkzeuge zur Bearbeitung der Steine †††) daraus verfertigt wurden. Bedenkt man, daß die Kenntniß des Eiſens durch die Dactyli, die ſich unter der Regierung Minos, ungefähr 1431 Jahre vor Chriſti Geburt, in Creta feſtſetzten,

*) Fünfte Buch Moſes IV, 20.
**) Ebend. VIII, 9.
***) Vierte Buch Moſes XXXV, 16.
†) Dritte Buch Moſes I, 17.
††) Fünfte Buch Moſes XVIII, 5.
†††) Ebend. XXVII, 5.

aus Phrygien nach Griechenland gebracht worden *), ſo kann man vielleicht einige Vermuthungen darüber wagen, wieviel Jahrhunderte vor dem Zeitalter Moſis dieſe Entdeckung gemacht worden ſeyn müſſe. Noch zu den Zeiten des Trojaniſchen Krieges, (der 200 Jahre nach der zuletzt angeführten Periode ſtatt fand) ſtand das Eiſen in einem ſo hohen Preiſe, daß unter den Preiſen welche Achill bei den Kampfſpielen, die er dem Patroclus zu Ehren anſtellte, ausſetzte, ſich auch eine eiſerne Kugel befand. Zu dieſer Zeit waren noch keine Waffen der Griechen von Eiſen. Wenn nun die Griechen in einem Zeitraume von 200 Jahren ſo wenig Fortſchritte in einer Kunſt, die ſie von andern erlernt hatten, machten, wie lange müſſen ſich die Egypter, Phrygier, Chalybes, oder welche andre Nation zuerſt das Eiſen entdeckt hat, damit beſchäftigt haben, ehe ſie die Fortſchritte machten, die Moſes Nachrichten zufolge in ſeinem Zeitalter ſtatt fanden?

Eigenſchaften. 1. Das Eiſen hat eine bläulicht weiße Farbe; wird es polirt, ſo hat es ziemlich viel Glanz. Es hat einen ſtyptiſchen Geſchmack, und verbreitet, wenn es gerieben wird, einen Geruch.

2. Seine Härte iſt 9. Sein ſpecifiſches Gewicht wechſelt von 7,6 bis 7,8.

3. Es wird vom Magnet angezogen, und iſt ſelbſt diejenige Subſtanz, welche den Magnet ausmacht. Iſt übrigens das Eiſen vollkommen rein, ſo hält es die magnetiſche Kraft nur kurze Zeit an ſich.

4. Es läßt ſich bei jeder Temperatur hämmern; und

---

*) Heſiod, den Plinius anführt: Plinius Hist. nat. Lib. VII, c. 57.

ſeine Streckbarkeit nimmt zu, ſo wie die Temperatur erhöhet wird; doch läßt es ſich nicht zu ſo dünnen Blättern ſtrecken, wie Gold, Silber oder auch Kupfer. Seine Ziehbarkeit iſt hingegen vollkommner; denn es läßt ſich zu Drath, der ſo fein als ein Menſchenhaar iſt, ausziehen. Bei den Verſuchen über die Zähigkeit der Metalle fand Sickingen, daß ein Eiſendrath von 3,078 Zoll im Durchmeſſer ein Gewicht von 549,25 Pfund ohne zu zerreißen tragen kann *).

5. Wird es bis zu einer Temperatur von 158° nach Wedgwoods Pyrometer erhitzt, ſo kommt es, wie Georg M'Kenzie gezeigt hat, in Fluß. Da dieſe Temperatur beinahe die höchſte iſt, zu der es erhoben werden konnte, ſo war man nicht im Stande, den Punkt auszumitteln, bei welchem es anfängt zu kochen und zu verdunſten. Auch hat man nicht die Geſtalt ſeiner Kryſtalle unterſucht; allein dieß iſt allgemein bekannt, daß das Eiſen ein faſriges Gefüge hat, d. h. es erſcheint, wenn es zerbrochen wird, aus einer Menge von Faſern oder vereinigten Fäden zuſammengeſetzt.

Verbindung mit dem Sauerſtoffe. II. An der Luft läuft ſeine Oberfläche bald an, und verwandelt ſich allmählich in ein braunes oder gelbes Pulver, das unter dem Nahmen des Roſtes allgemein bekannt iſt; dieſe Veränderung findet, wenn die Athmosphäre feucht iſt, um ſo raſcher ſtatt. Dieſe Veränderung iſt eine Folge der allmähligen Verbindung des Eiſens mit dem Sauerſtoff der Athmosphäre, zu dem es eine ſehr große Verwandſchaft hat.

Zerlegt das Waſſer. 1. Werden Eiſenfeile in Waſſer aufbewahrt, ſo werden ſie, wofern die Temperatur nicht 70°

---

*) Sickingen Verſuche über die Platina.

überſteigt, allmählich in ein ſchwarzes Pulver verwandelt, zu gleicher Zeit entwickelt ſich eine beträchtliche Menge Waſſerſtoffgas. Dieſes rührt von der nach und nach erfolgenden Zerlegung des Waſſers her. Das Eiſen verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe deſſelben, während der andre Beſtandtheil, der Waſſerſtoff, im gasförmigen Zuſtande entweicht *). Erhitzt man das Waſſer bis znm Sieden, ſo erfolgt die Zerſetzung deſſelben ungleich ſchneller. Es entwickeln ſich Luftblaſen, die Waſſerſtoffgas ſind; dieſe können an der Mündung des Gefäßes geſammelt werden. Man kann dieſen Verſuch in einer gläſernen Retorte anſtellen. Die Eiſenfeile wird zuerſt hineingeſchüttet, hierauf die Retorte ganz mit Waſſer angefüllt, und ihre Mündung in eine Schale mit Waſſer getaucht. Durch eine unter die Retorte geſetzte Lampe bringt man die Flüſſigkeit zum Kochen.

Läßt man Waſſerdampf durch eine rothglühende eiſerne Röhre ſtreichen, ſo wird er augenblicklich zerlegt. Der Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Eiſen, und der Waſſerſtoff dringt im gasförmigen Zuſtande durch die Röhre, und kann in einem ſchicklichen Gefäße aufgefangen werden. Dieſes iſt eine der leichteſten Methoden ſich Waſſerſtoffgas zu verſchaffen.

2. Dieſe Thatſachen ſind hinreichend, um die große Verwandſchaft des Eiſens zum Sauerſtoffe zu zeigen, indem aus ihnen hervorgeht, daß es im Stande ſey, denſelben dem Waſſer zu entziehen. Man kann auch das Eiſen entzünden, wo es mit großer Lebhaftigkeit brennt. Zu dem Ende drehe man

*) Dieſes Faktum kannte ſchon Bergmann (Opus. III, 95.) ſo wie Scheele (phyſ. chem. Schr. B. I. S. 187.) Lavoiſier hat aber die dabei ſtattfindenden Erſcheinungen zuerſt richtig erklärt.

einen dünnen Eiſendrath wie einen Propfenzieher zuſammen, (dieſes läßt ſich leicht dadurch bewerkſtelligen, daß man ihn um einen Zylinder wickelt) und befeſtige an dem einen Ende ein kleines Stückchen Baumwollengarn, das in geſchmolzenes Talg getaucht worden: dieſes wird entzündet, und brennend in ein mit Sauerſtoffgas gefülltes Gefäß getaucht. Das Baumwollengarn theilt die Entzündung dem Eiſendrathe mit, der dann mit ſehr lebhaftem Glanze brennt, indem er ſtark leuchtende Funken nach allen Richtungen ausſtößt. Dieſen ſehr in die Augen fallenden Verſuch, hat zuerſt Dr. Ingenhouß angeſtellt. Während dieſes Verbrennens verbindet ſich das Eiſen mit dem Sauerſtoffe, und wird in ein Oxyde verwandelt.

Zwei Oxyden. Prouſt hat gezeigt, daß es nur zwei verſchiedene Oxyden des Eiſens gebe: das Protoxyde hat gewöhnlich eine ſchwarze, das Peroxyde eine rothe Farbe.

Protoxyde. 3. Man kann das Protoxyde des Eiſens durch vier verſchiedene Verfahrungsarten erhalten. 1) Indem man Eiſenfeile eine genugſame Zeit, bei einer Temperatur von 70° mit Waſſer in Berührung läßt. Das auf dieſem Wege erhaltene Oxyde iſt ein ſchwarzes Pulver, das ſonſt in der Arzneikunde häufig unter dem Nahmen des Eiſenmohrs (aethiops martialis) gebraucht wurde *). Lemeri ſcheint der

*) Das beſte Verfahren iſt das von Dr. Rouver. Er ſetzt einen aus Eiſenfeil und Waſſer gemachten Teig in einem irdenen Gefäße der athmosphäriſchen Luft aus. Die Maſſe erhitzt ſich, und das Waſſer verſchwindet. Sie wird aufs neue angefeuchtet und der Prozeß wiederholt, bis das Ganze oxydirt iſt. Die Maſſe wird dann zerſtoßen und das Pulver unter beſtändigem Umrühren über Feuer in einem eiſernen Gefäße zur Trockene gebracht. Ann. de Chim. XLIV, 329.

erſte geweſen zu ſeyn, der dieſe Subſtanz unterſucht hat. 2) Ein anderes Mittel dieſes Oxyde zu bereiten iſt dieſes, daß man Waſſerdämpfe durch eine rothglühende eiſerne Röhre ſtreichen läßt. Das Eiſen wird in eine ſchwarze glänzende Maſſe verwandelt, die, wenn ſie geſtoßen wird, vollkommen dem Eiſenmohre ähnelt. Lavoiſier hat zuerſt dieſen Verſuch angeſtellt. 3) Auch durch Verbrennen des Eiſendrathes in Sauerſtoffgas erhält man dieſes Oxyde. Der Drath ſchmilzt, ſo wie er brennt, und fällt in Tropfen auf den Boden des Gefäßes herab, dieſer muß daher von Kupfer und mit Waſſer bedeckt ſeyn. Dieſe metalliſche Tropfen ſind ſpröde, ſehr hart, ſchwärzlich, haben aber noch metalliſchen Glanz. Sie ſind von Lavoiſier unterſucht, und völlig übereinſtimmend mit dem ſchwarzen Oxyde gefunden worden *). 4) Durch Auflöſung des Eiſens in Schwefelſäure und durch Fällung des Metalls durch Kali. Man erhält einen grünen Niederſchlag, der eine ſchwarze Farbe annimmt, wenn er raſch in einem verſchloſſenen Gefäße getrocknet wird. Auf welche Art auch dieſes Protoxyde gebildet wird, ſo enthält es ſtets, wie Lavoiſier und Prouſt gezeigt haben, im Hundert: 73 Theile Eiſen, und 27 Theile Sauerſtoff **). Es wird vom Magnete gezogen, und iſt oft ſelbſt magnetiſch ***). Es kryſtalliſirt, und wird in dieſem Zuſtande oft in der Natur gefunden.

Peroxyde. 4. Das Peroxyde oder rothe Eiſenoxyde wird erhalten, wenn man Eiſenfeile in einem offenen Gefä-

---

*) Ann. de Chim. I, 19.
**) Ibid. XXIII, 87.
***) Bergmann III, 102.

ße unter ſtetem Umrühren ſo lange glühet, bis ſie in ein dunkelrothes Pulver verwandelt worden. Dieſes Oxyde wurde ſonſt Crocus Martis, Eiſenſafran, genannt. Der gewöhnliche Eiſenroſt iſt dieſes Oxyde mit kohlenſaurem Gas verbunden. Man kann ſich das rothe Oxyde auch verſchaffen, wenn man eine verdünnte Auflöſung des Eiſens in Schwefelſäure lange Zeit an die Luft ſtellt, und dann eine Auflöſung von Kali in dieſelbe tröpfelt, um das Oxyde zu fällen. Auch in der Natur wird dieſes Oxyde häufig angetroffen. Prouſt hat gezeigt, daß es in hundert Theilen 48 Theile Sauerſtoff, und 52 Theile Eiſen enthalte. Mithin abſorbirt das Protoxyde, wenn es in rothes Oxyde übergeht 40 Procent Sauerſtoff; oder was daſſelbe iſt, hundert Theile des rothen Oxyde beſtehen aus 66,5 Theilen ſchwarzem Oxyde, und 33,5 Theilen Sauerſtoff. Hundert Theile Eiſen abſorbiren, wenn ſie in Protoxyde verwandelt werden, 37 Theile Sauerſtoff und das Oxyde wiegt 137; bei ſeiner Umwandlung in Peroxyde eignet ſich dieſes Oxyde noch 52 Theile Sauerſtoff zu, und wiegt dann 189.

Das Peroxyde läßt ſich nicht durch Hitze zerſetzen; erhitzt man es aber mit gleichen Theilen Eiſenfeile dem Gewichte nach, ſo wird das Ganze, wie Vauquelin zuerſt beobachtet hat, in ſchwarzes Oxyde verwandelt. Der Grund dieſer Umwandlung iſt einleuchtend. Hundert Theile Peroxyde beſtehen aus 52 Theilen Eiſen, die mit zwei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbunden ſind: 1) Mit 14 Theilen, welche mit dem Eiſen 66 Theile Protoxyde machen; 2) mit 34 Theilen, welche mit dem Protoxyde die 100 Theile des Peroxyde voll machen. Der erſte dieſer Theile hat eine ungleich größere Verwandſchaft zum Eiſen als der zweite. Da nun die

34 Theile Sauerſtoff, welche den zweiten Antheil ausmachen, von einer geringeren Anziehung zurückgehalten werden, ſo können ſich leicht die 100 Theile des friſch hinzugekommenen metalliſchen Eiſens dieſelben aneignen; wodurch denn das Ganze in ſchwarzes Eiſenoxyde verwandelt wird: denn 100 Theile Eiſen erfordern, um damit ſie in ſchwarzes Oxyde übergehen können, 37 Theile Sauerſtoff *).

---

*) Chenevix äußert in ſeiner vortrefflichen Abhandlung: Ueber die arſenikſauren Kupfererze, daß das Eiſen vier verſchiedene Grade der Oxydation eingehen könne. Das erſte Oxyde hat nach ihm eine weiße, das zweite eine grüne, das dritte eine ſchwarze, und das vierte eine rothe Farbe. Er gründet ſeine Meinung vorzüglich darauf, daß Mineralien, von denen es bekannt iſt, daß Eiſen in ihnen enthalten ſey, folgende verſchiedene Farben zeigen: als weiß, grün, ſchwarz, roth, braun und blau. Es iſt aber wahrſcheinlicher, daß dieſe verſchiedenen Farben die Reſultate der verſchiedenen Verhältniſſe ſind, in welchen ſich dieſe Oxyden in den Naturkörpern befinden. Verſchiedenheit der Farbe iſt ein ſehr trügliches Kennzeichen von der Menge des Sauerſtoffes, die mit einem Metalle verbunden iſt. Das ſchwarze Eiſenoxyde löſet ſich in Säuren ohne Aufbrauſen, mithin ohne merkliche Veränderung in dem Verhältniß des Sauerſtoffes auf; allein mit Kali giebt es ſtets einen grünlichen Niederſchlag, der, wenn man ihn dem Licht ausſetzt, immer dunkler wird. Der Verſuch fällt auch ganz auf dieſelbe Art aus, wenn man ihn im luftleeren Raume oder in einem verſchloſſenen Gefäße unter Waſſer anſtellt. Daſſelbe Oxyde giebt mit Phosphorſäure einen weißen Präcipitat, welcher, wenn man ihn an der Luft trocknet, blau wird; und mit Blauſäure einen weißen Niederſchlag, der ſeine Farbe ſo lange behält, als man die athmosphäriſche Luft ausſchließt. Noch iſt es keinem Chemiſten gelungen, ein weißes oder grünes Eiſenoxyde, das ſich in Anſehung der Menge des Sauerſtoffes vom ſchwarzen unterſchiede, darzuſtellen; wir müſſen demnach bei dem jetzigen Zuſtande unſrer Wiſſenſchaft alle dieſe verſchiedene Oxyden für völlig übereinſtimmend mit dem Protoxyde halten.

Das Peroxyde des Eiſens iſt nicht magnetiſch. Das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas, ſo wie mehrere andere Subſtanzen, verwandeln es dadurch in ſchwarzes Oxyde, daß ſie ihm den zweiten Antheil Sauerſtoff, gegen den ſie eine ſtärkere Anziehung äußern, entziehen, ungeachtet ſie nicht vermögend ſind, das Protoxyde zu zerlegen.

Verbindung mit brennbaren Körpern.

III. Das Eiſen geht mit allen einfachen Subſtanzen eine Vereinigung ein.

1. Der Waſſerſtoff in feſtem Zuſtande hat ſich zwar noch nicht mit dieſem Metalle vereinigen laſſen; entbindet man aber Waſſerſtoffgas dadurch, daß man Eiſenfeile mit verdünnter Schwefelſäure übergießt, ſo führt das Gas etwas Eiſen mit ſich, das ſich nach und nach in den Gefäßen, in welchen man das Gas aufbewahrt, als ein braunes Pulver abſetzt. Mit dem Schwefel, dem Phosphor und der Kohle, bildet das Eiſen Zuſammenſetzungen, die ſchwefelhaltiges, phosphorhaltiges und kohlenſtoffhaltiges Eiſen genannt werden.

Eiſen und Schwefel.

2. Man erhält ſchwefelhaltiges Eiſen, wenn man in einem Schmelztiegel gleiche Theile Eiſenfeile und gepulverten Schwefel zuſammenſchmelzt. Es hat eine ſchwarze oder ſehr dunkelgraue Farbe, iſt ſpröde, und ausnehmend hart. Wird es gepulvert und mit Waſſer angefeuchtet, ſo verwandelt ſich der Schwefel allmählich dadurch in Schwefelſäure, daß er ſich mit dem Sauerſtoffe verbindet, zu gleicher Zeit wird das Eiſen oxydirt. Auch dadurch, daß man drei Theile (dem Gewichte nach) Eiſenfeile mit einem Theile gepulverten Schwefel in einem gläſernen Gefäße auf Kohlen ſtellt, läßt ſich dieſe Zuſammenſetzung bewerkſtelligen. Dieſe Miſchung ſchmilzt und brennt (wie die

holländiſchen Chemiſten zuerſt gezeigt haben) eben ſo wie die Kupferfeile und Schwefel ohne den Zutritt der athmosphäriſchen Luft, jedoch nicht mit demſelben Glanze *). Nach meiner Erfahrung iſt das Verbrennen aber ſehr glänzend; ja ſogar mit einer Exploſion vergeſellſchaftet, wenn man eine etwas große Menge Eiſenfeile und Schwefel in einem bedeckten Schmelztiegel zuſammenſchmelzt. Das Brennen hält bei dieſer Miſchung ungleich länger an, als bei der aus Kupfer und Schwefel.

Werden gleiche Theile Eiſenfeile und Schwefel mit einander vermiſcht und mit Waſſer zu einem Teige gemacht, ſo zerſetzt der Schwefel das Waſſer, und abſorbirt den Sauerſtoff ſo raſch, daß die Miſchung ſich zuweilen ſelbſt dann, wenn man ſie in die Erde vergräbt, entzündet. Lemery hat dieſe Erſcheinung zuerſt beobachtet, und er glaubte hierin einen Erklärungsgrund für die Entſtehung der Vulkane zu finden **).

Aus Prouſt's Verſuchen geht hervor, daß hundert Theile ſchwefelhaltiges Eiſen beſtehen aus:

60 Schwefel.
40 Eiſen.
100 ***).

Schwefelhaltiges Eiſen mit einem größern Antheil Schwefel.

3. Das Eiſen kann ſich auch mit einem größeren Antheile Schwefel verbinden, und eine neue Zuſammenſetzung darſtellen, die man ſchwefelhaltiges Eiſen mit einem größeren Antheile Schwefel (supersulphuret of iron) nennen

*) Jour. de Min. N. II. 91.

**) Als Boucquet dieſen Verſuch wiederholte, gelang er nicht. Fourcroy Syst. des Connois. Chim. VI, 171.

***) Jour. de Phys. LIII, 89.

könnte. Dieſe Verbindung kommt häufig in der Natur vor, und iſt unter dem Namen des Schwefelkieſes bekannt. Dieſe Subſtanz hat einn gelbe Farbe und metalliſchen Glanz. Sie iſt ſpröde, aber hart genug, um mit dem Stahle Funken zu geben. Ihr ſpecifiſches Gewicht beträgt ungefähr 4,5. Sie kryſtalliſirt gewöhnlich in Würfeln. Die Hitze zerſetzt ſie. Beim Zutritte der Luft entzündet ſich der Schwefel. In verſchloſſenen Gefäßen wird ein Theil des Schwefels verflüchtigt, und es bleibt eine ſchwarze Subſtanz zurück, welche die urſprüngliche Geſtalt des Foſſils hat, aber bei der leiſeſten Berührung in Pulver zerfällt. Prouſt hat von der ſchwarzen Subſtanz gezeigt, daß ſie gewöhnliches ſchwefelhaltiges Eiſen ſey. Der Schwefelkies giebt, wenn er ſo behandelt wird, nach Prouſt 0,20 Schwefel, und es bleiben 0,80 als Rückſtand, welche ſchwefelhaltiges Eiſen ſind *). Der Schwefelkies beſtehet demnach in hundert Theilen aus

80 ſchwefelhaltigem Eiſen.
20 Schwefel.
100.

Mithin enthält dieſe Zuſammenſetzung 68 Procent Schwefel dem Gewichte nach. Prouſt fand ferner, daß ſie ſich, wenn ſie mit etwas Eiſenfeile geglühet wird, in ſchwefelhaltiges Eiſen verwandeln laſſe. Dieſes würde das bequemſte Verfahren ſeyn, ſich ſchwefelhaltiges Eiſen zu verſchaffen.

Es iſt mir mehrere Male gelungen künſtlichen Schwefelkies zu verfertigen. Wenn man gleiche Theile Eiſenfeile und Schwefel in einen Decktiegel thut, den Deckel mit Lehm verſchmiert, um der Luft den Zugang zu verſchließen, und

*) Jour. de Phys. LIII, 89.

raſches Feuer giebt, um die Miſchung ſchnell in Fluß zu bringen, ſo findet eine Exploſion ſtatt, welche den Deckel etwas in die Höhe hebt. So wie ſich dieſes ereignet, nimmt man den Tiegel vom Feuer, und läßt ihn erkalten ohne den Deckel abzunehmen. Nach dem Erkalten findet man häufig die Oberfläche der Miſchung mit Schwefelkies, der zuweilen ſogar kryſtalliſirt iſt, bedeckt.

Phosphorhaltiges Eiſen. 4. Man erhält phosphorhaltiges Eiſen, wenn man in einem Schmelztiegel 16 Theile Phosphorglas mit eben ſo viel Eiſen und einem halben Theile Kohlenpulver ſchmilzt. Es iſt magnetiſch, ſehr ſpröde, und auf dem Bruche weiß. Setzt man es einer ſtarken Hitze aus, ſo kommt es in Fluß, und der Phosphor entweicht *). Auch durch das Zuſammenſchmelzen gleicher Theile Eiſenfeile und Phosphorglas wird dieſe Zuſammenſetzung erhalten. Ein Theil des Eiſens verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe des Phosphorglaſes, und wird verglaſt; der andre Theil bildet das phosphorhaltige Eiſen, welches auf den Boden des Schmelztiegels herabſinkt. Man erhält auch phosphorhaltiges Eiſen, wenn man kleine Stückchen Phosphor auf rothglühende Eiſenfeile wirft **). Noch iſt das Verhältniß der Beſtandtheile in dieſer Zuſammenſetzung nicht ausgemittelt worden. Bergmann hat es zuerſt entdeckt, und unterſucht, er hielt es für ein neues Metall, und gab ihm den Nahmen Siderum.

Es giebt eine beſondere Art Eiſen, welche darum kaltbrüchiges Eiſen genannt wird, weil es kalt, brüchig,

*) Pelletier Ann. de Chim. I, 105.

**) Ibid. XIII, 113.

glühend hingegen ſtreckbar iſt. Bergmann †) beſchäftigte ſich den Grund dieſer Erſcheinung aufzufinden, zu einer Zeit, da Meyer ††) in Stettin eben dieſen Gegenſtand zum Vorwurf ſeiner Unterſuchungen gemacht hatte. Beide fanden faſt zugleich, daß die Schwefelſäure aus dieſem Eiſen ein weißes Pulver abſcheide, welches ſich durch das gewöhnliche Verfahren in ein Metall von dunkel ſtahlgrauer Farbe, das ausnehmend ſpröde, und nicht ſehr auflöslich in Säuren ſey, verwandeln laſſe. Sein ſpeciſiſches Gewicht war 6,700; es war ſtrengflüſſiger als Kupfer, mit dem Eiſen verbunden machte es daſſelbe kaltbrüchig. Beide erklärten dieſe Subſtanz für ein neues Metall. Bergmann nannte es Siderum, Meyer Hydroſiderum. Klaproth hingegen, der eine große Aehnlichkeit zwiſchen dem Salze, welches die Phosphorſäure mit Eiſen bildet, und der weißen aus dem Eiſen abgeſchiedenen Subſtanz bemerkte, vermuthete, daß in dieſem neuen Metalle Phosphorſäure vorhanden ſeyn möchte. Um ſich hiervon zu überzeugen, verband er Phosphorſäure und Eiſen, und erhielt, indem er dieſe Zuſammenſetzung mit Kohlenpulver in einem Schmelztiegel erhitzte *), eine Subſtanz die mit dem neuen Metalle die vollſtändigſte Aehnlichkeit hatte **). Als Klaproth Meyern dieſe Entdeckung mittheilte, ſo benachrichtigte ihn dieſer, daß er ſich ſchon ſelbſt, durch eine genauere Unterſuchung überzeugt habe,

---

†) Opusc. III, 109.

††) Schriften der Berliner Geſellſchaft Naturf. Freunde B. II. S. 334. B. III. S. 380.

*) Dieſe Operation heißt in der Chemie Reduktion oder Wiederherſtellung.

**) Crells Annalen. 1784. B. I. S. 390.

daß das Siderum Phosphorſäure enthalte *). Bald darauf zerlegte Scheele dieſes weiße Pulver aus dem kaltbrüchigen Eiſen wirklich, und zeigte, daß es aus Phosphorſäure und Eiſen zuſammengeſetzt ſey. Das Siderum von Bergmann iſt übrigens Phosphor und Eiſen, oder phosphorhaltiges Eiſen, denn die Phosphorſäure wird bei der Reduktion ihres Sauerſtoffes beraubt **).

Kohlenſtoffhaltiges Eiſen. 5. Das kohlenſtoffhaltige Eiſen kommt in der Natur vor, und iſt lange unter dem Nahmen Plumbago, Reißblei, Graphit bekannt. Es hat eine dunkel eiſengraue, oder blaue Farbe, und einigen metalliſchen Glanz. Es fühlt ſich fettig an, ſchwärzt die Finger und jede andre Subſtanz auf die man es ſtreicht. Man findet es an mehreren Orten, von vorzüglicher Güte aber in England, wo man ſich deſſelben zur Verfertigung von Bleifedern bedient. Wird der Zutritt der Luft abgehalten, ſo erträgt es den heftigſten Feuersgrad, ohne verändert zu werden, auch an der Luft und im Waſſer bleibt es unverändert. Mäßige Hitze äußert keine Wirkung auf daſſelbe; wird es aber in einem offenen Gefäße ſtark erhitzt, ſo brennt es allmählich weg, bis auf $\frac{1}{19}$ Rückſtand, der Eiſenoxyde iſt ***). Scheele hat zuerſt die Beſchaffenheit deſſelben genauer unterſucht; er zeigte durch eine äußerſt ſcharfſinnige

---

*) Crells Annalen. 1784. B. I. S. 195.

**) Scheele phyſ. chem. Schriften. B. II. S. 392.

***) Rinmann hat gezeigt, daß die Sprödigkeit und üble Beſchaffenheit des kaltbrüchigen Eiſens dadurch gehoben werden könne, wenn man es heftig mit Kalkſtein glühet; hiermit ſtimmen die Verſuche von Levaſſeur ſehr gut. Man ſehe Ann. de Chim. XLII, p. 531.

Analyſe, die er in den Abhandlungen der ſchwediſchen Akademie vom Jahre 1774 bekannt machte, daß es ſich durch Verbrennen in kohlenſaures Gas verwandeln laſſe, und daß nur ein unbeträchtlicher Rückſtand bleibe, der Eiſen ſey **). Er ſchloß aus ſeiner Analyſe, daß es aus Kohlenſäure und Phlogiſton zuſammengeſetzt ſey; allein durch die Verſuche von Pelletier, vorzüglich aber von Vandermonde, Monge und Berthollet iſt es erwieſen, daß es aus neun Theile Kohle und einem Theile Eiſen zuſammengeſetzt ſey *). Die Schwierigkeiten welche beim Verbrennen des Graphits ſtatt finden, rühren nicht allein von der Gegenwart des Eiſens, ſondern von der Beſchaffenheit der Kohle her, die ſich in dieſer Verbindung in einem faſt reinen Zuſtande befindet, oder doch nur mit einem ſehr geringen Antheile Sauerſtoff verbunden iſt.

Varietäten des Eiſens. 6. Es finden unter dem Eiſen ſehr große Verſchiedenheiten ſtatt, die von den Künſtlern und Handwerkern durch verſchiedene Benennungen bezeichnet worden ſind; alle laſſen ſich aber unter die eine oder andere der drei folgenden Klaſſen bringen: — Gußeiſen, Schmiedeeiſen und Stahl.

Gußeiſen. Gußeiſen wird dieſes Metall in dem Zuſtande genannt, in welchem es durch Ausſchmelzen aus ſeinen Erzen erhalten wird. Die Erze aus welchen das Eiſen gewöhnlich ausgeſchmolzen wird, beſtehen aus Eiſenoxyde und Thonerde. Der Eiſenſchmelzer ſucht nun das Oxyde in metalliſches Eiſen zu

*) Scheele's Schriften. B. II. S. 225 ff.

**) Mem. Par. 1786.

zu verwandeln, und die Thonerde mit der es verbunden iſt, abzuſcheiden. Man erreicht dieſe beiden Zwecke zu gleicher Zeit dadurch, daß man das in kleine Stücke zerſchlagene Erz, mit Kalkſtein und Kohle vermiſcht, und in dieſem Zuſtande in beſonders dazu eingerichteten Oefen einer heftigen Hitze ausſetzt. Die Kohle abſorbirt den Sauerſtoff des Oxyde, entweicht als kohlenſaures Gas, und läßt das Eiſen im metalliſchen Zuſtande zurück. Die Kalkerde verbindet ſich mit der Thonerde, ſie kommen in dieſer Verbindung in Fluß, und bilden eine Art flüſſigen Glaſes. Auch das Eiſen wird bei der heftigen Hitze flüſſig: und da es ſchwerer als das Glas iſt, ſo ſinkt es zu Boden, und ſammelt ſich auf dem Heerde des Ofens. Auf die Art trennen ſich die in dem Ofen befindlichen Subſtanzen in zwei Theile; das Glas ſchwimmt auf der Oberfläche, und das Eiſen bleibt auf dem Boden. Man macht jetzt eine Oefnung in dem unteren Theile des Ofens, aus der das geſchmolzene Eiſen in die dazu eingerichtete Formen fließt.

Das durch das angegebene Verfahren erhaltene Gußeiſen beſitzt folgende Eigenſchaften. Es läßt ſich beinahe bei keiner Temperatur hämmern. Gewöhnlich iſt es ſo hart, daß es der Feile widerſtehet. Weder durch Glühen noch Abkühlen läßt es ſich ſtärker härten oder geſchmeidiger machen. Es iſt ausnehmend ſpröde. Bei einer Temperatur von 130° Wedgwood kommt es in Fluß. Es iſt klingender als Stahl *). Gewöhnlich hat es eine dunkelgraue oder ſchwärzliche Farbe: zuweilen iſt es aber weißlich, dann enthält es

*) Dr. Pearson on Wootz. Phil. Trans.

phosphorhaltiges Eiſen, wodurch ſeine Güte ſehr leidet. Man verfertigt aus dieſer Art Eiſen vorzüglich Hausgeräthe.

Schmiede-eiſen. Um das Gußeiſen in Schmiedeeiſen zu verwandeln, trägt man es abermals in den Ofen ein, und bringt es durch die Flamme der Brennmaterialien, welche über die Oberfläche des Metalls ſpielt, in Fluß. Das geſchmolzene Metall wird von einem Arbeiter beſtändig umgerührt, ſo daß jeder Theil deſſelben mit der Luft in Berührung kommt. Nach Verlauf von einer Stunde blähet ſich der heißeſte Theil des Metalls auf, ſchwillt an, und es zeigt ſich eine blaue leckende Flamme. Dieſes dauert beinahe eine Stunde, und dann iſt die Umwandlung des Gußeiſens in Schmiedeeiſen vollendet. Das Aufſchwellen der Maſſe wird offenbar durch das Entweichen einer elaſtiſchen Flüſſigkeit verurſacht *). So wie die Arbeit vorrückt, nimmt allmählich die Konſiſtenz des Metalls zu; endlich geſtehet es, wenn auch derſelbe Feuersgrad ununterbrochen unterhalten wird, gänzlich. Es wird hierauf noch glühend aus dem Ofen genommen, und vermittelſt eines ſchweren Hammers der durch Waſſer in Bewegung geſetzt wird, heftig gehämmert. Dadurch nähern ſich nicht allein die Theile des Eiſens mehr, ſondern es werden auch mehrere Unreinigkeiten abgeſchieden, die ſonſt mit dem Metalle verbunden bleiben würden.

In dieſem Zuſtande iſt das Metall im gegenwärtigen Abſchnitte unter dem Nahmen des Eiſens beſchrieben worden. Da man es noch nicht zerlegt hat, ſo wird es in ſeinem reinen Zuſtande als eine einfache Subſtanz betrachtet, allein man hat es ſelten, oder wohl nie ohne Beimiſchung einiger

*) Beddoes Phil. Trans. 1791.

fremdartiger Subſtanzen gefunden. Dieſe Subſtanzen ſind entweder andere Metalle, oder Sauerſtoff, Kohle, und Phosphor.

Stahl. Legt man kleine Stücke Eiſen ſchichtenweiſe in einen verſchloſſenen Schmelztiegel mit einer hinreichenden Menge Kohlenpulver ein, und ſetzt man ſie acht bis zehn Stunden einer ſtarken Rothglühhitze aus, ſo werden ſie in Stahl *) verwandelt; dieſer unterſcheidet ſich durch folgende Eigenſchaften vom Eiſen.

Er iſt ſo hart, daß er ſich in der Kälte nicht hämmern läßt, wenigſtens nimmt er dieſe Eigenſchaft an, wenn er glühend in eine kalte Flüſſigkeit getaucht wird; denn dieſes Eintauchen vermehrt, ungeachtet es keinen Einfluß auf das Eiſen hat, ungemein die Härte des Stahls.

Er iſt ſpröde, widerſteht der Feile, ſchneidet Glas, giebt mit dem Feuerſtein Funken, und behält lange Zeit die magnetiſche Kraft bei. Durch Glühen und langſames Abkühlen verliert er ſeine Härte. Bei einer Temperatur von ungefähr 130° nach Wedgwoods Pyrometer kommt er in Fluß. Iſt er rothglühend, ſo läßt er ſich hämmern, allein kaum wenn er weißglühet. Er iſt klingender, und ſein ſpecifiſches Gewicht iſt, wenn er gehämmert worden, größer als das des Eiſens.

Wird er wiederhohlentlich in einem offenen Gefäße geglühet und gehämmert, ſo wird er in Schmiedeeiſen verwandelt **).

---

*) Man nennt dieſen Proceß Cementation.

**) Dr. Pearson on Wootz Phil. Trans.

Beſchaffenheit der verſchiedenen Varietäten des Eiſens.

7. Dieſe verſchiedene Varietäten des Eiſens ſind lange bekannt geweſen, und man hat ſich mit der Umwandlung der einen Art in die andere ſeit den früheſten Zeiten beſchäftigt. Es fehlt nicht an Erklärungsgründen um von den hiebei vorkommenden Erſcheinungen Rechenſchaft zu geben. Nach Plinius erhält der Stahl ſeine Eigenſchaften vorzüglich von dem Waſſer in dem er abgelöſcht wird *). Becher hielt das Feuer für das einzige Agens bei der Stahlbereitung, dieſes verband ſich nach ihm mit dem Eiſen, und verwandelte es in Stahl. Reaumur war der erſte, welcher die hiebei ſtattfindenden Erſcheinungen mit Aufmerkſamkeit beobachtet hat, und ſeine zahlreichen Verſuche haben unſtreitig zur Aufklärung dieſes Gegenſtandes beigetragen. Er glaubte, daß das Eiſen dadurch, daß es ſich mit ſalzigen und öhlichten oder ſchwefligten Theilen verbinde, in Stahl übergehe, und daß dieſe durch das Feuer dem Metalle einverleibt worden. Bergmann's Analyſe aber, die er im Jahre 1781 bekannt machte, bahnte eigentlich zu einer richtigern Erklärung der bei den verſchiedenen Eiſenarten vorkommenden Verſchiedenheiten, den Weg **).

Bergmann löſte 100 Theile Gußeiſen in verdünnter Schwefelſäure auf, er erhielt in einer Mittelzahl 42 Unzen Maaß Waſſerſtoffgas; 100 Theile Stahl lieferten bei derſelben Behandlung 48 Unzenmaaß; und 100 Theile Schmiedeeiſen 50 Unzenmaaß von dieſer Gasart; aus 100 Theilen Gußeiſen erhielt er in der Mittelzahl 2,2 Graphit; dieſelbe Menge Stahl gab ihm 0,5 oder $\frac{1}{200}$; und 100 Theile Schmie-

*) Plin. Hist. nat. XXXIV, 14.
**) Opusc. III, 1.

deeiſen lieferten ihm 0,12 oder $\frac{1}{900}$ von dieſer Subſtanz. Aus dieſen Verſuchen folgerte Bergmann: daß das Gußeiſen die geringſte Menge, Stahl eine größere, Schmiedeeiſen hingegen die größte Menge Phlogiſton enthalte; denn nach den damaligen Begriffen war die erhaltene Menge des Waſſerſtoffgaſes zugleich eine Anzeige von der Menge des in dem Metalle enthaltenen Phlogiſtons. Er ſchloß ferner, daß ſich Gußeiſen und Stahl von reinem Eiſen durch den Gehalt an Graphit unterſcheiden. Grignon behauptete in den der Bergmannſchen Analyſe beigefügten Anmerkungen, daß der Graphit keinen weſentlichen Beſtandtheil des Gußeiſens und Stahls ausmache, ſondern daß ſeine Gegenwart nur zufällig ſey. Allein Bergmann ſchrieb hierüber unter dem 18ten November 1783 an Morveau: „Ich will eingeſte„hen, daß ich mich geirrt habe, ſobald Herr Grignon im „Stande iſt, mir ein einziges Stückchen Gußeiſen oder Stahl „zuzuſchicken, das keinen Graphit enthält; ich erſuche Sie, „mein ſehr werther Freund, ſich Mühe zu geben, derglei„chen Proben aufzufinden, und ſie mir zu überſchicken; denn „wenn ich mich im Irrthum befinde, ſo wünſchte ich, ſobald „als möglich herausgeriſſen zu werden *).“ Dieſes iſt beinahe eine der letzten wiſſenſchaftlichen Aeußerungen dieſes berühmten Mannes. Er ſtarb bald nachher in einem Alter von 49 Jahren, und hinterließ einen ſehr glänzenden Ruf, den niemand wohl ſo ſehr verdiente als er. Sein Fleiß, ſein durch nichts zu ermüdender bewundernswürdiger Fleiß würde allein hinreichend geweſen ſeyn, ſeinen Ruf zu gründen; ſeine ausgebreitete Kenntniſſe würden ſchon an ſich die Aufmerkſam-

---

*) Encyc. Method. Chim. I, 448.

keit der Naturforſcher auf ihn geleitet haben; ſein Scharfſinn und richtiges Urtheil würden ihm allein Bewundrung, ſo wie ſeine Aufrichtigkeit und Wahrheitsliebe das Zutrauen und die Achtung der Welt geſichert haben. Aber alle dieſe Eigenſchaften waren in Bergmann vereinigt, und trugen im ſchönſten Bunde dazu bei, einen der edelſten Charaktere zu bilden, der je die Menſchheit zierte.

Erklärung derſelben. Bergmann's Verſuche wurden von Vandermonde, Monge und Berthollet wiederholt, abgeändert und erweitert. Vorzüglich machte letzterer in den Abhandlungen der franzöſiſchen Akademie vom Jahre 1786 eine Abhandlung über dieſen Gegenſtand bekannt. Dieſe Naturforſcher wurden durch eine ſinnreiche Anwendung der von Lavoiſier und ſeinen Mitarbeitern aufgeſtellten Theorie in Stand geſetzt, die Beſchaffenheit und die Verſchiedenheiten dieſer drei Subſtanzen auf eine befriedigende Art zu erklären. Durch ihre Verſuche und die folgenden von Clouet Vauquelin und Morveau ſind nachſtehende Thatſachen begründet worden.

Schmiedeeiſen iſt eine einfache Subſtanz, die, wenn ſie vollkommen rein wäre, nichts als metalliſches Eiſen enthalten würde.

Stahl iſt Eiſen, das mit etwas Kohlenſtoff verbunden, und das deswegen kohlenſtoffhaltiges Eiſen genannt worden iſt. Noch iſt die Menge des Kohlenſtoffs nicht mit der gröſstmöglichſten Genauigkeit ausgemittelt worden. Aus Vauquelin's Analyſe ergiebt ſich, daß ſie in der Mittelzahl ungefähr $\frac{1}{140}$ betrage *). Nach Clouets Be-

*) Ann. de Chim. XXII, 1.

hauptung würde ſie $\frac{1}{32}$ ausmachen; allein er hat die Verſuche, welche ihn zu dieſem Verhältniſſe führten, das ſo ſehr die Angaben aller andern Chemiſten überſteigt, nicht angegeben *).

Daß der Stahl eine Verbindung des Eiſens mit reinem Kohlenſtoffe und nicht mit Kohle ſey, iſt durch Morveau's Verſuche ausgemittelt worden, der durch unmittelbare Verbindung des Eiſens mit Diamant Stahl erhielt. Auf Clouet's Anrathen ſchloß er einen Diamanten in einen kleinen aus reinem Eiſen verfertigten Schmelztiegel ein, ſetzte dieſen in einen gewöhnlichen Schmelztiegel, und gab den erforderlichen Feuersgrad. Der Diamant verſchwand, und das Eiſen wurde in Stahl verwandelt. Der Diamant wog 907, das Eiſen 57800 Theile, und der erhaltene Stahl 56384, ſo daß 2313 Theile Eiſen bei der Operation verloren gegangen ſind **). Aus dieſem Verſuche folgt, daß der Stahl ungefähr $\frac{1}{60}$ dem Gewicht nach Kohlenſtoff enthalte. Muſhet machte gegen dieſen Verſuch Einwendungen, allein ſie ſind völlig von Herrn George M'Kenzie widerlegt worden ***).

Rinmann gab ungleich früher ein Verfahren an, wo-

---

*) Clouets eigne Worte ſind folgende: „Le charbon s'unit au fer en differentes proportions; et à mesure que ces proportions varient, les produits varient aussi. Un trente-deuxieme de charbon suffit pour rendre le fer acier; cette dose varie cependant dans les expériences, à cause de l'inégale intensité du feu et de la porosité des creusets; en augmentant la dose du charbon, la qualité de l'acier augmente aussi; mais il devient toujours de plus en plus difficile à forger, et plus facile à ramollir au feu."

**) Ann. de Chim. XXXI, 328.

***) Nicholson's Jour. IV, 103.

durch ſich Eiſen von Stahl unterſcheiden läßt. Tröpfelt man einige Tropfen verdünnte Salpeterſäure auf eine Stahlplatte, und läßt man ſie einige Minuten darauf ſtehen, ehe man ſie abwiſcht; ſo bleibt ein ſchwarzer Fleck zurück, beim Eiſen iſt derſelbe unter ähnlichen Umſtänden hingegen weißlich grün. Die Entſtehung des ſchwarzen Fleckes läßt ſich leicht erklären, er rührt von dem im Eiſen befindlichen Kohlenſtoffe her, der durch die Säure in Kohle verwandelt wird. Man erſieht zugleich aus dieſem Verſuche, daß der Kohlenſtoff wenn er mit Eiſen verbunden iſt, ungleich ſchneller oxydirt wird, als wenn er im Diamanten kryſtalliſirt iſt.

Gußeiſen iſt Eiſen, das ſich mit einer noch größeren Menge Kohlenſtoff, als zur Bildung des Stahls erforderlich iſt, verbunden hat. Die Menge des in demſelben enthaltenen Kohlenſtoffes, iſt aber noch nicht mit Zuverläßigkeit ausgemittelt worden. Clouet giebt ſie gleich $\frac{1}{8}$ der Menge des Eiſens an. Die Schwärze der Farbe, ſo wie die Schmelzbarkeit des Gußeiſens, ſtehen mit der Menge des in ihm enthaltenen Kohlenſtoffes im Verhältniß. Gußeiſen iſt ſtets mit fremdartigen Subſtanzen verunreinigt: dieſe ſind vorzüglich Eiſenoxyde, phosphorhaltiges Eiſen und Kieſelerde *).

Bereitung des Schmiedeeiſens.

8. Es iſt ſehr begreiflich warum das Eiſen aus ſeinen Erzen als Gußeiſen erhalten wird. Die Menge Kohle mit welcher die Erze geſchmolzen werden, iſt ſo groß, daß das Eiſen Gelegenheit hat, ſich damit zu ſättigen.

Die Umwandlung des Gußeiſens in Schmiedeeiſen er=

*) Eine Subſtanz, die in der Folge beſchrieben werden ſoll.

folgt durch das Wegbrennen der Kohle, und durch Entziehung alles Sauerſtoffes, dieſe Zwecke erreicht man, wenn man das Eiſen unter dem Zutritte der Luft heftig erhitzt *). Clouet fand, daß wenn man Gußeiſen mit $\frac{1}{4}$ ſchwarzem Eiſenoxyde (dem Gewichte nach) vermiſcht, und es einem heftigen Feuersgrade ausſetzt, es gleichfalls in reines Eiſen verwandelt werde. Der Sauerſtoff des Oxyde und die Kohle im Gußeiſen verbinden ſich, und entweichen als kohlenſaures Gas, das Eiſen hingegen bleibt rein zurück **).

Die Umwandlung des Eiſens in Stahl bewirkt man dadurch, daß man es mit Kohle verbindet. Dieſe Verbindung erfolgt im Großen auf drei verſchiedene Arten, und die Produkte werden nach Verſchiedenheit des befolgten Verfahrens: natürlicher Stahl; Cementir-Stahl (Brennſtahl) und Gußſtahl genannt.

Natürlicher Stahl. Man erhält den natürlichen Stahl aus den Eiſenerzen dadurch, daß man erſt Gußeiſen bereitet, und dieſes dann einem heftigen Feuersgrade, während ſeine Oberfläche mit geſchmolzenen Schlacken fünf bis ſechs Zoll hoch bedeckt iſt, ausſetzt. Ein Theil der Kohle verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe, welcher ſtets im Gußeiſen enthalten iſt, und entweicht als kohlenſaures Gas. Der Ueberreſt bleibt mit dem reinen Eiſen vereinigt, und verwandelt es in Stahl ***). Dieſe Sorte Stahl hat einen

---

*) Man findet eine ausführliche Nachricht über das zu Scheffield übliche Verfahren, Gußeiſen in Schmiedeeiſen zu verwandeln, in einer Abhandlung von Collier. Manchester Memoirs. Vol. V. pag. 111.

**) Jour. de Min. VII. p. 8.

***) Eine weitläuftige Beſchreibung dieſes Verfahrens, wie

geringeren Werth als die übrigen Arten; ſie iſt nicht durchgängig von derſelben Beſchaffenheit, iſt geſchmeidiger und ſpringt nicht ſo leicht, da überdieß das Verfahren deſſen man ſich zur Bereitung derſelben bedient, weniger koſtſpielig iſt, ſo wird ſie wohlfeiler als die übrigen Arten verkauft.

Cementir-Stahl. Man bereitet den Cementir-Stahl oder Brennſtahl, indem man eiſerne Stangen und Kohlenpulver in großen irdenen Krügen oder Schmelztiegeln ſchichtweiſe über einander legt, und die Oefnungen der Gefäße ſorgfältig mit Lehm verſchmiert. Sie werden hierauf in einen Ofen geſtellt, und ſo lange einem heftigen Feuersgrade ausgeſetzt, bis die Stangen Eiſen in Stahl verwandelt werden: es erfolgt gewöhnlich in acht bis zehn Tagen **). Dieſes Verfahren iſt zuerſt in England befolgt worden, wenigſtens hat man es in dieſem Lande zuerſt im Großen betrieben. Die Stahlſtangen die durch den beſchriebenen Proceß erhalten werden, heißen im Engliſchen blistered steel (blaſiger Stahl), denn die Oberfläche derſelben iſt mit Blaſen bedeckt, ſo daß es ſcheint, als wenn eine elaſtiſche Flüſſigkeit in das Metall eingeſchloſſen geweſen wäre, und ſich einen Ausweg geſucht hätte. Wird dieſe Art Stahl zu dünneren Stäben ausgehämmert, ſo nennt man ſie gehämmerten Stahl (tilted steel) weil ſie durch Hämmern dieſe Geſtalt erhalten hat. Wird dieſer Stahl in Stücken geſchlagen, mehreremal in einem Ofen gleichſam durchgeknetet (welded) und zu Stangen geformt, ſo nennt man ihn deutſchen

---

es auf mehreren Eiſenwerken befolgt wird, findet man Jour. d. Min. N. IV. p. 5.

**) Collier hat dieſes Verfahren weitläuftig beſchrieben. Manchester Memoirs. V. 117.

Stahl auch Scheeren-Stahl (shear steel) *). Der durch Cementation erhaltene Stahl hat ein feines Korn; iſt gleichförmiger, härter, und elaſtiſcher als der natürliche Stahl.

Gußſtahl. Die vorzüglichſte Art Stahl iſt der Gußſtahl, ſein Gefüge iſt dichter, und er nimmt die ſchönſte Politur an. Man bedient ſich deſſelben zur Verfertigung von Scheermeſſen, chirurgiſchen Inſtrumenten, und zu ähnlichen Werkzeugen. Er iſt ſchmelzbarer als gewöhnlicher Stahl, daher läßt er ſich nicht mit Eiſen zuſammenſchweißen, er kommt in Fluß ehe er ſtark genug erhitzt werden kann. Huntsman aus Scheffield erfand im Jahre 1750 das Verfahren Gußſtahl zu bereiten, und fährt fort ihn zu verfertigen. Anfänglich hielt man dieſe Bereitungsart geheim; jetzt iſt ſie aber ziemlich allgemein bekannt, und andre Fabriken verfertigen ihn von derſelben Güte wie der Erfinder. Man bereitet ihn, indem man blaſigen Stahl (blistered steel) in einem verſchloſſenen Schmelztiegel mit geſtoßenem Glaſe und Kohlenpulver ſchmilzt. Eine andre Vorſchrift iſt die von Clouet. Es werden 30 Theile Eiſen und ein Theil Kohle mit einem Theile geſtoßenen Glaſes zuſammengeſchmolzen, oder man umgiebt Eiſen in einem Schmelztiegel mit einer Miſchung aus gleichen Theilen Kalkerde und Thonerde, erhitzt den Schmelztiegel allmählich bis zur Weißglühhitze, und erhält ihn eine genugſame Zeit in dieſer Temperatur **). Der Kohlenſtoff wird nach Clouet durch Zerlegung des im Kalkſteine in Menge vorhandnen kohlenſauren Gaſes erhalten;

---

*) Collier Manchester Memoirs. Vol. V, pag. 117.
**) Jour. de Mines An VII. 3.

ein Theil des Eiſens verbindet ſich mit dem Oxyde dieſer Säure, während der andre Theil ſich mit dem Eiſen vereinigt *). Nachſtehende Verſuche von Muſhet haben es übrigens ſehr wahrſcheinlich gemacht, daß dieſe Theorie fehlerhaft ſey, und daß der von Clouet erhaltene Stahl von einem andern nicht gehörig beobachteten Umſtande herrühre. Er wiederholte den beſchriebenen Verſuch mit der größten Genauigkeit, erhielt aber nur Eiſen, das geſchmolzen, mithin in ſeinem Gefüge und Anſehen verändert, nicht aber in Stahl verwandelt worden war **). Nach Clouet iſt die Gegenwart des Glaſes zur Bereitung des Gußſtahls nicht unumgänglich erforderlich; die einzigen hiezu nöthigen Beſtandtheile ſcheinen Eiſen und Kohle zu ſeyn: allein die Menge der Kohle iſt im Gußſtahle größer, als im gewöhnlichen Stahle, und hierin ſcheint der eigentliche Unterſchied beider Arten zu liegen.

9. Aus den angeführten Verſuchen geht hervor, daß ſich das Eiſen in ſehr verſchiedenen Verhältniſſen mit dem Kohlenſtoffe verbinden kann. Waltet letzterer vor, ſo iſt die Zuſammenſetzung Graphit. Waltet das Eiſen vor, ſo iſt die Zuſammenſetzung Stahl oder Gußeiſen in verſchiedenen Zuſtänden nach Verſchiedenheit des Verhältniſſes ***). Die ausführlichſten Verſuche über dieſen Gegenſtand ſind in England von Muſhet angeſtellt, und in dem Philosophical Magazine bekannt gemacht worden. Er fand, daß die Härte des Eiſens mit der Menge der Kohle, mit der es ſich ver-

*) Guyton et Darcet Jour. de Mines An. VI. p. 703.

**) Phil. Mag. XII, 27.

***) Alle dieſe Zuſammenſetzungen werden vom Verfaſſer Subcarburets of iron genannt.

bunden hat, zunimmt; dieſes findet ſtatt, bis daß die Kohle $\frac{1}{80}$ vom Gewicht der ganzen Maſſe ausmacht. Die Härte des Eiſens iſt dann ein Maximum; die Farbe des Metalls iſt ſilberweiß, es verliert ſein körniges Gefüge, und nimmt eine kryſtalliniſche Form an. Wird der Zuſammenſetzung eine größere Menge Kohle zugeſetzt, ſo nimmt die Härte des Metalls ab, und wird in dem Verhältniſſe geringer, in welchem die Menge der Kohle größer wird *).

Folgende Tabelle, die von eben dieſem ſcharfſinnigen Chemiſten herrührt, enthält die verſchiedene Menge Kohle, die bei der Umwandelung des Eiſens in die im Handel vorkommenden Varietäten ſeiner kohlenſtoffhaltigen Verbindungen ſich mit dieſem Metalle vereinigt **).

Abſorbirte Kohle.	Reſultate.
$\frac{1}{120}$ . .	Geſchmeidiger Gußſtahl.
$\frac{1}{100}$ . .	Gewöhnlicher Gußſtahl.
$\frac{1}{90}$ . .	Derſelbe, nur härter.
$\frac{1}{50}$ . .	Derſelbe, allein zu hart, um ſich ausziehen zu laſſen.
$\frac{1}{25}$ . .	Weißes Gußeiſen.
$\frac{1}{20}$ . .	Fleckiges Gußeiſen.
$\frac{1}{15}$ . .	Schwarzes Gußeiſen.

IV. Das Eiſen verbindet ſich nicht mit dem Stickſtoffe. Die gasförmige Salzſäure oxydirt daſſelbe, und verbindet ſich, wofern das Gas von Waſſer frei iſt, mit dem Oxyde deſſelben.

Metallgemiſche. V. Das Eiſen verbindet ſich mit den meiſten Metallen.

*) Phil. Mag. XIII, p. 148.
**) Phil. Mag. XIII, p. 142.

Gold. 1) Das Gemiſch aus Eiſen und Gold iſt ausnehmend hart, und könnte nach Dr. Lewis, welcher daſſelbe unterſuchte, mit Vortheil zur Verfertigung ſchneidender Werkzeuge benutzt werden. Nimmt man gleiche Theile von dieſen Metallen, ſo iſt die Farbe des Gemiſches grau. Vier Theile Eiſen und ein Theil Gold geben ein Gemiſch von beinahe ſilberweißer Farbe. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt geringer als die Rechnung angiebt *). Man hat das Gold als ein vorzügliches Mittel Stahl zu löthen empfohlen.

Sonſt glaubte man allgemein, daß das Eiſen die Dehnbarkeit des Goldes ſtöhre, die Verſuche von Hatchett haben hingegen das Gegentheil gezeigt. Ein Theil Eiſen und 12 Theile Gold ſchmelzen bei einem heftigen Feuersgrade zuſammen, und bilden ein Gemiſch von blasgelblich grauer Farbe, das ſehr dehnbar iſt, ſich biegen, ſchneiden und prägen läßt. Gußſtahl und Gußeiſen gaben daſſelbe Metallgemiſch. Der Schmirgel verbindet ſich nicht mit dem Golde.

Platin. 2. Das Platin wird gewöhnlich mit Eiſen verbunden angetroffen. Lewis verſuchte dieſe beiden Metalle durch Schmelzen zu vereinigen, es glückte ihm nicht; wohl aber gelang es ihm Gußeiſen und Platin zuſammenzuſchmelzen. Dieſes Gemiſch war ausnehmend hart, und beſaß Dehnbarkeit.

Silber. 3. Die Verſuche von Gellert haben gezeigt, daß ſich Eiſen und Silber mit einander verbinden **): allein nach Morveau's Verſuchen ***) trennen ſich, wenn das

*) Gellert.

**) Metallurgiſche Chemie.

***) Jour. de Phys. 1778.

Gemiſch im Fluß erhalten wird, beide Metalle, und ſcheiden ſich nach ihrem verſchiedenen ſpecifiſchen Gewichte in zwei ganz verſchiedene Theile. Keiner derſelben befindet ſich aber in einem Zuſtande der völligen Reinheit. Das Silber enthält etwas Eiſen, ſo daß der Magnet auf daſſelbe wirkt. Coulomb hat ausgemittelt, daß die Menge des im Silber enthaltenen Eiſens $\frac{1}{320}$ der ganzen Maſſe betrage. Auf der andern Seite behält das Eiſen ungefähr $\frac{1}{80}$ Silber dem Gewichte nach, zurück; hiedurch erhält es eine ausnehmende Härte, und ein dichteres Gefüge als bei dem reinen Eiſen der Fall iſt ***).

Queckſilber. 4. Das Queckſilber äußert keine Einwirkung auf das Eiſen, daher bewahrt man daſſelbe häufig in eiſernen Gefäßen auf. Herr Arthur Aikin hat aber doch kürzlich gezeigt, daß ſich dieſe beiden Metalle mit einander verbinden laſſen. Um ein Eiſenamalgam zu erhalten, reibt er Eiſen mit Zinkamalgam zuſammen, und ſetzt zu der Miſchung eine Auflöſung des Eiſens in Salzſäure. Durch Zuſammenkneten und Erhitzen erhalten das Eiſen und Queckſilber, welche ſich allmählig mit einander verbinden, metalliſchen Glanz.

Kupfer. 5. Kupfer und Eiſen laſſen ſich durch Schmelzen mit einander vereinigen, dieſe Verbindung iſt jedoch mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Man hat von dieſem Metallgemiſche keinen Gebrauch machen können. Es hat eine graue Farbe, wenig Dehnbarkeit, und iſt ſtrengflüſſiger als Kupfer. Levaſſeur führt einige Bemerkungen an, aus denen hervorgeht, daß diejenige Varietät des Eiſens welche darum rothbrüchiges Eiſen genannt wird, weil ſie, wenn ſie

---

*) Ann. de Chim. XLIII, 47.

rothglüht ſpröde iſt, ihre Eigenheit zuweilen von der Gegenwart des Kupfers erhalte. Dieſe Varietät beſitzt eine größere Zähigkeit als gewöhnliches Eiſen, und taugt daher zu manchen Anwendungen beſſer. Man kann ſie wenn ſie weißglühet, hämmern. Sowie ſie ſoweit abkühlt, daß ſie braun wird, muß man mit dem Schmieden ſo lange inne halten, bis ſie dunkel kirſchbraun wird; dann kann man mit der Bearbeitung derſelben ſo lange fortfahren, bis das Eiſen gänzlich kalt iſt *).

Verwandſchaften. VI. Bergmann führt in folgender Ordnung die Verwandſchaften des Eiſens und ſeiner Oxyden gegen die andern Subſtanzen auf.

Eiſen.	Oxyde des Eiſens.
Nickel.	Kleeſäure.
Kobalt.	Weinſteinſäure.
Magneſium.	Kampherſäure **).
Arſenik.	Schwefelſäure.
Kupfer.	Milchzuckerſäure.
Gold.	Salzſäure.
Silber.	Salpeterſäure.
Zinn.	Phosphorſäure.
Antimonium.	Arſenikſäure.
Platin.	Flußſäure.
Wismuth.	Bernſteinſäure.
Blei.	Zitronenſäure.

Queck-

*) Ann. de Chim. XLII, 183.
**) Bouillon La Grange XXIII.

Queckſilber. | Milchſäure.
Eſſigſäure.
Boraxſäure.
Blauſäure.
Kohlenſäure.

Siebenter Abſchnitt.

Vom Zinn.

1. Das Zinn muß gleichfalls den Metallen beigezählt werden, die von den früheſten Zeiten her den Menſchen bekannt waren, die Phönicier holten es aus Spanien *) und Brittannien, mit welchen Ländern ſie einen ſehr einträglichen Handel führten. In welcher frühen Periode ſie dieſes Metall eingeführt haben müſſen, erſieht man daraus, daß es zu Moſes Zeiten allgemein im Gebrauche war **).

Eigenſchaften. I. Dieſes Metall hat eine ſchön ſilberweiße Farbe; wenn es nicht angelaufen iſt, iſt ſein Glanz ſehr lebhaft. Es hat einen ſchwach unangenehmen Geſchmack, und verbreitet wenn es gerieben wird, einen eigenthümlichen Geruch.

2. Seine Härte iſt 6 ***). Sein ſpecifiſches Gewicht 7,291; nach dem Hämmern 7,299 †).

*) Plin. Hist. nat. Lib. IV. cap. 34. et Lib. XXXIV. cap. 47.

**) Vierte Buch Moſes XXXI, 2.

***) Kirwan's Mineral. II, 95.

†) Briſſon.

3. Es läßt ſich zu ſehr dünnen Platten ſtrecken. Die Zinnblättchen, oder wie man ſie auch zu nennen pflegt, die Zinnfolie iſt ungefähr $\frac{1}{1000}$ eines Zolles dick, und man könnte dieſes Metall zu noch einmal ſo dünnen Blättern ſchlagen, wenn es für die Anwendung nöthig wäre. Die Zähigkeit und Ziehbarkeit dieſes Metalls ſind ungleich geringer, als bei den im Vorhergehenden beſchriebenen Metallen. Ein Zinndrath von $\frac{1}{12,6}$ Zoll im Durchmeſſer, kann nicht mehr als 31 Pfund, ohne zu zerreißen, tragen †. Zinn iſt äußerſt biegſam, und giebt, wenn es gebogen wird, einen eigenen knirrſchenden Ton von ſich.

4. Erhitzt man es bis zu einer Temperatur von 442° *), ſo ſchmilzt es, es wird aber ein ſehr hoher Feuersgrad erfordert, um es zum Verdunſten zu bringen. Läßt man es langſam erkalten, ſo erhält man es in ſchiefwinklichen Prismen kryſtalliſirt **).

Oxyden. II. Setzt man es der Luft aus, ſo verliert es bald ſeinen Glanz, und nimmt eine grauweiße Farbe an; erleidet aber keine Veränderungen ferner. Auch wenn es unter kaltem Waſſer aufbewahrt wird, wird es nicht merklich verändert, läßt man hingegen Waſſerdämpfe über rothglühendes Zinn ſtreichen, ſo wird das Waſſer zerſetzt, das Zinn wird oxydirt, und es entweicht Waſſerſtoffgas ***).

Schmilzt man Zinn in offenen Gefäßen, ſo überzieht ſich die Oberfläche des in Fluß ſtehenden Metalls bald mit

---

†) Muſchenbrök.

*) Crichton Phil. Mag. XV. 1717.

**) Pajot Jour. de Phys. XXXVIII, 52.

***) Bouillon la Grange Ann. de Chim. XXXV, 28.

einem grauen Pulver, das ein Oxyde dieſes Metalls iſt. Fährt man fort es zu erhitzen, ſo verändert ſich die Farbe deſſelben allmählich, und wird zuletzt gelb. In dieſem Zuſtande nennt man es Zinnaſche, und bedient ſich deſſelben zum Poliren der Spiegel, und andrer harten Körper. Erhitzt man das Zinn heftig in einem offenen Gefäß, ſo entzündet es ſich, und wird in ein weißes Oxyde verwandelt, das zuweilen kryſtalliſirt.

Prouſt hat gezeigt, daß ſich das Zinn mit zwei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und zwei verſchiedene Oxyden bilden könne, die man nach ihrer Farbe gelbes und weißes Oxyde genannt hat *).

Protoxyde. 1. Das Protoxyde des Zinns erhält man, wenn man das Metall unter einer Muffel unter beſtändigem Umrühren einem heftigen Feuer ausſetzt. Auch dann wird dieſes Oxyde gebildet, wenn Zinn in verdünnter Salpeterſäure ohne Mitwirkung der Hitze aufgelöſt, und aus der Auflöſung durch reines Kali gefällt wird, in dieſem Falle iſt aber das Oxyde mit etwas Säure verbunden, und hat eine weiße Farbe. Hundert Theile dieſes Oxyde enthalten 20 Sauerſtoff, 80 Zinn.

Peroxyde. 2. Das Peroxyde des Zinns wird dadurch bereitet, daß Zinn mit koncentrirter Salpeterſäure erhitzt wird. Es erfolgt ein lebhaftes Aufbrauſen, und das ganze Zinn wird in ein weißes Pulver verwandelt, welches ſich auf dem Boden des Gefäßes ſammelt. Es beſtehet aus ungefähr 28 Procent Sauerſtoff und 72 Procent Zinn.

---

*) Ann. de Chim. XXVIII, 213.

Verbindung mit brennbaren Subſtanzen.

III. Das Zinn vereinigt ſich mit dem Schwefel und Phosphor, noch hat aber keine Verbindung deſſelben mit dem Waſſerſtoff oder dem Kohlenſtoff bewerkſtelligt werden können.

Schwefelhaltiges Zinn.

1. Man erhält ſchwefelhaltiges Zinn, wenn Schwefel auf ſchmelzendes Zinn geworfen wird, oder wenn dieſe beiden Beſtandtheile zuſammengeſchmolzen werden. Dieſe Zuſammenſetzung iſt ſpröde, ſchwerer als Zinn, und ſtrengflüſſiger. Sie hat eine bläuliche Farbe, ein blättriches Gefüge, und kann kryſtalliſiren. Nach Bergmann enthalten hundert Theile derſelben 80 Theile Zinn, 20 Theile Schwefel; nach Pelletier 85 Zinn, 15 Schwefel *).

Schwefelhaltiges Zinnoxyde.

2. Werden gleiche Theile weißes Zinnoxyde und Schwefel gemiſcht, und allmählich in einer Retorte erhitzt, ſo entweicht etwas Schwefel und ſchweflichte Säure; in der Retorte bleibt eine Subſtanz zurück, die aus 40 Procent Schwefel und 60 Procent weißem Zinnoxyde beſtehet. Sonſt wurde ſie Muſivgold (aurum muſicum, muſivum, moſaicum) genannt, jetzt führt ſie den paſſenderen Nahmen, ſchwefelhaltiges Zinnoxyde. Dieſe Zuſammenſetzung beſtehet aus goldfarbenen Schuppen, die ausnehmend leicht ſind, und ſich an die Haut anhängen. Ehemals bediente man ſich eines ſehr zuſammengeſetzten Verfahrens, um dieſe Zuſammenſetzung zu bereiten. Pelletier fand zuerſt die eigentlichen Beſtandtheile derſelben, und wurde dadurch in den Stand geſetzt, zweckmäßigere Vorſchriften zur Bereitung derſelben zu ertheilen **).

*) Ann. de Chim. XIII, 287.

**) Ann. de Chim. XIII, 280.

Phosphor-haltiges Zinn. 3. Das **phosphorhaltige Zinn** wird durch Zuſammenſchmelzen gleicher Theile Zinn und Phosphorglas erhalten. Das Zinn hat eine größere Verwandſchaft zum Sauerſtoffe als der Phosphor. Ein Theil des Metalls verbindet ſich daher mit dem Sauerſtoffe des Phosphorglaſes, während dem Schmelzen, und entweicht als ein Oxyde; der übrige Theil des Metalls verbindet ſich mit dem Phosphor. Das phosphorhaltige Zinn läßt ſich mit einem Meſſer ſchneiden; fletſcht ſich unter dem Hammer, trennt ſich aber in Blätter. Auf dem friſchen Schnitte hat es eine ſilberweiße Farbe; ſeine Feile ähnelt der des Bleies. Wirft man gefeiltes phosphorhaltiges Zinn auf glühende Kohlen, ſo entzündet ſich der Phosphor. Auch dadurch, daß man Phosphor in kleinen Antheilen auf ſchmelzendes Zinn wirft, wird dieſe Zuſammenſetzung erhalten. Nach **Pelletier**, der alle die Verbindungen des Phosphors mit den Metallen verſucht hat, beſtehen hundert Theile des phosphorhaltigen Zinnes aus: 85 Zinn, 15 Phosphor *). Auch **Marggraf** hat dieſe Zuſammenſetzung gemacht, allein das Verhältniß der Beſtandtheile derſelben nicht unterſucht.

IV. Das Zinn verbindet ſich weder mit dem Stickſtoffe, noch mit der Salzſäure; ungeachtet es von der letztern in ein Oxyde verwandelt wird.

Metallgemiſche. V. Das Zinn vereinigt ſich durch Zuſammenſchmelzen mit den meiſten Metallen, und einige dieſer Zuſammenſetzungen ſind von großem Nutzen. Die Mehrzahl derſelben iſt ſpröde. Die alten Metallurgen ſahen es für eine Eigenthümlichkeit des Zinnes an, daß es andre

*) Ann. de Chim. XIII, 116.

Metalle ſpröde mache, man nannte es daher Diabolus metallorum *).

Verbindung des Zinnes mit Gold.

1. Das Zinn läßt ſich durch Zuſammenſchmelzen leicht mit dem Golde vereinigen; doch iſt das Verhältniß, in welchem ſich dieſe Metalle chemiſch verbinden, unbekannt. Schmilzt man einen Theil Zinn mit zwöf Theilen Gold zuſammen, ſo iſt das Gemiſch ſpröde, hart, und hat keine ſchöne Farbe. Vier und zwanzig Theile Gold und ein Theil Zinn geben ein Gemiſch von blaſſer Farbe, das härter als Gold, allein ſehr ſtreckbar iſt. Gold, dem man nur $\frac{1}{37}$ Zinn zugeſetzt hat, wird nach Alchorne kaum in ſeinen Eigenſchaften verändert **); allein Tillet der dieſes Gemiſch ſpäter unterſucht hat, fand, daß wenn daſſelbe erhitzt wurde, es in Stücken brach. Es iſt äußerſt ſchwierig, dieſe beiden Metalle von einander zu trennen. Das beſte Mittel iſt noch dieſes, daß man das Metallgemiſche mit ſchwefelhaltigem Antimonium ſchmilzt.

Hachett ſchmolz einen Theil Zinn mit zwölf Theilen Gold zuſammen, er erhielt ein Metallgemiſch von blasweißlich gelber Farbe und feinkörnigem Bruche. Es ließ ſich zwiſchen Walzen ſtrecken, riß aber endlich der Länge nach. Wird zu feinem Golde eine geringe Menge Zinn zugeſetzt, ſo läßt ſich die Miſchung ſtrecken und prägen. Die Verſuche von Hatchett beſtätigen demnach die früheren von Alchorne. Bingley's Verſuche über dieſen Gegenſtand zeigen, daß ſowohl die Bemerkungen von Alchorne als die von Tillet richtig ſind.

*) Etmüllers Chemie S. 332.

**) Alchorne Phil. Trans.

Mit Platin. 2. Das aus Zinn und Platin beſtehende Metallgemiſch iſt ſehr ſpröde, und ſehr ſchmelzbar; vorzüglich dann, wenn beide Metalle zu gleichen Theilen genommen werden *). Zwölf Theile Zinn und ein Theil Platin bilden ein Metallgemiſch, das ſehr ſtreckbar iſt, und an der Luft gelb wird.

Mit Silber. 3. Die Verbindung des Zinnes mit dem Silber iſt ſehr ſpröde, hart und dauerhaft. Beide Metalle laſſen ſich kaum durch die gewöhnlichen Verfahrungsarten von einander trennen. Von dieſem Gemiſche iſt bisher noch keine Anwendung gemacht worden.

Mit Queckſilber. 4. Das Queckſilber löſt das Zinn begierig in der Kälte auf, und beide Metalle laſſen ſich in jedem Verhältniſſe mit einander vereinigen, wenn man das Queckſilber in das geſchmolzene Zinn ſchüttet. Das aus drei Theilen Queckſilber und einem Theile Zinn beſtehende Zinnamalgam, kryſtalliſirt nach Daubenton in Würfeln; nach Sage in grauen glänzenden Blättern, die gegen den Rand dünner werden, und ſo aneinander gefügt ſind, daß die zwiſchen ihnen ſtatt findende Hölungen, regelmäßige vielſeitige Figuren bilden. Man bedient ſich deſſelben um die Rückwand der Spiegel zu belegen.

Mit Kupfer. Das Zinn läßt ſich ſehr leicht mit dem Kupfer vereinigen, und giebt ein zu ſehr vielen Anwendungen äußerſt brauchbares Metallgemiſch. Das Metall zu den Kanonen; das Glockenmetall; die Bronze; die Zuſammenſetzung zu den Spiegeln der Teleskope beſtehet aus der Verbindung dieſer Metalle, die in verſchiedenen Verhältniſſen vermiſcht werden.

---

*) Dr. Lewis.

Der Zuſatz von Zinn vermindert die Streckbarkeit des Kupfers, vermehrt aber ſeine Zähigkeit, Härte, Schmelzbarkeit und Klang. Das ſpecifiſche Gewicht dieſer Miſchung iſt größer als die mittlere Dichte beider Metalle. Aus den Verſuchen von Briche geht hervor, daß dieſe Zunahme der Dichtheit mit der Menge des Zinnes wächſt; und daß das ſpecifiſche Gewicht, wenn das Gemiſch 100 Theile Kupfer und 16 Theile Zinn enthält, ein Maximum ſey, und 8,87 betrage. Das ſpecifiſche Gewicht einer Miſchung aus gleichen Theilen Zinn und Kupfer iſt 8,79; nach der Rechnung könnte es nur 8 ſeyn, die Dichtheit iſt demnach um 0,79 vergrößert worden *). Will man beide Metalle ſehr genau mit einander vermiſchen, ſo muß man ſie lange Zeit im Fluß erhalten, und ununterbrochen umrühren, ſonſt ſinkt der größere Theil des Kupfers zu Boden, und das Zinn ſammelt ſich auf der Oberfläche. Es werden zwei verſchiedene Gemiſche gebildet; das eine beſtehet aus der größten Menge Kupfer mit einer geringen Menge Zinn verbunden; das andre aus der größten Menge Zinn, die mit einem kleinen Quantum Kupfer vereinigt iſt.

Erz. Die Bronze oder das Erz, und das Kanonen-Metall beſtehen aus 6 bis 12 Theilen Zinn, und 100 Theilen Kupfer. Dieſes Gemiſch iſt ſpröde, gelb, von größerem ſpecifiſchen Gewichte, und ungleich zäher als Kupfer. Es iſt ungleich leichtflüſſiger, und wird weniger an der Luft verändert. Ehe man die Kunſt das Eiſen zu bearbeiten zu einem gewiſſen Grade der Vollkommenheit gebracht hatte, bediente man ſich dieſer Miſchung zu den ſchneidenden Werkzeugen.

*) Jour. de Min. An V. 881.

Das χαλκος der Griechen, und vielleicht auch das As der Römer waren nichts anders. Auch die Kupfermünzen der Alten enthalten eine Beimiſchung von Zinn *).

Glockenmetall. Das **Glockenmetall** beſtehet gewöhnlich aus drei Theilen Kupfer, und einem Theile Zinn. Die Farbe deſſelben iſt grauweiß; es iſt ſehr hart, klingend und elaſtiſch. Gießt man auf die geſchmolzene Miſchung etwas Waſſer, ſo läßt ſich der größere Theil des Zinnes abſcheiden. Das Zinn zerlegt das Waſſer, dadurch wird es oxydirt, und auf die Oberfläche ausgeſtoßen **).

---

*) Jour. de Phys. 1799. Ueberhaupt bearbeiteten die Alten das Kupfer äußerſt ſelten unvermiſcht. Alle kupferne Geräthe, wenige römiſche Münzen ausgenommen, die aus dem Alterthume auf uns gekommen und unterſucht worden ſind, ſind nicht reines, ſondern mit einer beträchtlichen Menge Zinn, oder Zink, auch wohl Blei vermiſchtes Kupfer. Die Menge des zugeſetzten Zinnes fällt ſehr verſchieden aus, und ſcheint in den Grenzen von 0,04 und 0,13 als äußerſten Punkten enthalten zu ſeyn. Die Abſichten, welche die Alten durch dieſe Zuſätze zu erreichen ſuchten, waren, das Kupfer leichtflüſſiger und dadurch zur Bearbeitung geſchickter und härter zu machen. Anm. d. Ueberſ.

**) Das Verfahren, deſſen man ſich mit Vortheil bedient hat, das Zinn und Kupfer aus dem Glockenmetall abzuſcheiden, beſtehet darin, einen Theil des Glockenmetalles zu oxydiren, und dieſe oxydirte Portion mit einer andern im Fluß befindlichen deſſelben Metalls durch Umrühren zu vereinigen. Der Sauerſtoff in dem Kupfer des oxydirten Metalls wirft ſich auf das in dem nicht oxydirten Metalle enthaltene Zinn, und das Kupfer, oder wenigſtens der größte Theil dieſes Metalls, wird vom Zinn abgeſchieden, und befindet ſich im metalliſchen Zuſtande. Durch dieſes Verfahren erhält man ungefähr 50 bis 60 Procent des angewandten Materials; und außerdem eine beträchtliche Menge Schlakken, die aus oxydirtem Kupfer und Zinn beſtehen.

Spiegelmetall. Die Maſſe zu den Spiegeln der Spiegel-Teleſkope wird gewöhnlich durch Zuſammenſchmelzen dreier Theile Zinn und eines Theiles Kupfer bereitet. Dieſes Gemiſch iſt ſehr hart, es hat eine ſtahlgraue Farbe, und nimmt eine ſchöne Politur an. Außer dieſer giebt es aber noch mehrere Zuſammenſetzungen die zu derſelben Abſicht gebraucht werden.

Verzinntes Kupfer. Kupferne Geräthſchaften, vorzüglich ſolche die man in der Küche braucht, werden mit einer dünnen Lage Zinn überzogen, um die Oxydation des Kupfers, ſo wie die Vermiſchung der Speiſen mit dieſem ſchädlichen Metalle zu verhindern. Dergleichen Gefäße werden verzinnte Gefäße genannt. Man kratzt die innere Fläche derſelben mit einem eiſernen Werkzeuge ab, und reibt ſie mit Salmiak. Hierauf wird das Gefäß erhitzt, ein Stück Pech in daſſelbe geworfen, und dieſes ſo wie es geſchmolzen iſt, über die Oberfläche des Gefäßes verbreitet. Hierauf fährt man mit einem Stücke Zinn über das erhitzte Kupfer, das davon ſogleich ſilberweiß wird. Die erwähnten Vorbereitungen ſind nöthig, damit das Kupfer völlig rein und metalliſch werde, denn das Zinn verbindet ſich nicht mit dem Oxyde dieſes Metalls. Die Lage Zinn welche das Kupfer bedeckt, iſt ausnehmend dünn. Bayen fand, daß eine kupferne Pfanne von neun Zoll im Durchmeſſer, und drei Zoll drei Linien Tiefe beim Verzinnen am Gewicht nur um 21 Gran

---

Ein Verfahren, mit größerem Vortheile das Zinn und Kupfer aus dem Glockenmetalle zu ſcheiden, beſchreibt Anfrye. Neues Journal der Chemie. B. I. H. II. S. 213 ff.
Anm. d. Ueberſ.

zunahm *). Man kennt auch bis jetzt kein Verfahren das Zinn dicker aufzutragen: zwar kann mehr Zinn dazu verwendet werden, allein eine mäßige Hitze ſchmilzt das Uebermaaß, und macht daß es herabfließt.

Zinn und Eiſen. 6. Das Zinn verbindet ſich nur ſchwer mit dem Eiſen. Schmilzt man übrigens beide Metalle in einem wohl verſchloſſenen Schmelztiegel, ſo daß der Zutritt der äußern Luft ganz abgehalten wird, ſo vereinigen ſie ſich mit einander. Bergmann hat die genaueſten Verſuche über dieſes Metallgemiſch angeſtellt. Wurden beide Metalle mit einander geſchmolzen, ſo bildeten ſich ſtets zwei Metallgemiſche, das eine beſtand aus 21 Theilen Zinn, und einem Theile Eiſen; das andre aus zwei Theilen Eiſen und einem Theile Zinn. Das erſte ließ ſich ſehr gut ſtrecken, war härter als Zinn, und nicht ſo glänzend, das andre war nur mäßig ſtreckbar, und ſo hart, daß es keine Eindrücke vom Meſſer annahm **).

Verzinntes Eiſenblech. Die Bereitung des weißen Eiſenbleches, (Weißbleches) zeigt hinreichend von der Verwandſchaft zwiſchen dieſen beiden Metallen. Man verfertigt daſſelbe, indem man Eiſenbleche, die mit Sand abgeſcheuert,

---

*) Prouſt fand bei ſeinen neueren Verſuchen über dieſen Gegenſtand (Neues allgemeines Journal der Chemie. B. III. H. II. S. 146 ff.), daß bei einer guten nicht überladenen Verzinnung nicht mehr als ein Gran Zinn auf den Quadratzoll erforderlich ſey, und daß man als eine Mittelzahl 1½ Gran annehmen könne; daß ferner, um kupferne Gefäße mit dieſer Decke zu überziehen, gegen 1½ Theile Zinn, welche ſie aufnehmen, ein Verluſt von 2½ Theilen Kupfer nach dem Mittelverhältniß ſtatt finde.

Anm. d. Ueberſ.

**) Bergman Opuſc. III. pag. 471.

und vier und zwanzig Stunden in ſaurem Kleiwaſſer oder in durch Schwefelſäure ſäuerlich gemachtem Waſſer gebeizt worden, in geſchmolzenes Zinn taucht. Das Zinn bedeckt nicht allein die Oberfläche des Eiſens, ſondern durchdringt es völlig, und giebt dem Ganzen eine weiße Farbe.

Verwandſchaften. VI. Die Verwandſchaften des Zinnes und ſeiner Oxyden ſtehen nach Bergmann in folgender Ordnung.

Zinn.	Oxyde des Zinnes.
Zink.	Weinſteinſäure.
Queckſilber.	Salzſäure.
Kupfer.	Schwefelſäure.
Antimonium.	Kleeſäure.
Gold.	Arſenikſäure.
Silber.	Phosphorſäure.
Blei.	Salpeterſäure.
Eiſen.	Bernſteinſäure.
Magneſium.	Flußſäure.
Nickel.	Milchzuckerſäure.
Arſenik.	Zitronenſäure.
Platin.	Milchſäure.
Wismuth.	Eſſigſäure.
Kobalt.	Boraxſäure.
Schwefel.	Blauſäure.

Achter Abſchnitt.

Vom Blei.

I. Das Blei ſcheint in frühen Zeiten bekannt geweſen zu ſeyn. Moſes erwähnt deſſelben an mehreren Orten. Die Alten ſcheinen es für nahe verwandt mit dem Zinne gehalten zu haben.

Eigenſchaften. 1. Das Blei hat eine bläulicht weiße Farbe; wenn es friſch geſchmolzen iſt, iſt es ſehr glänzend, es läuft aber an der Luft ſehr bald an. Es hat faſt gar keinen Geſchmack, verbreitet aber, wenn es gerieben wird, einen eigenthümlichen Geruch. Es färbt die Finger und das Papier bläulicht. Innerlich genommen wirkt es als ein Gift.

2. Seine Härte beträgt $5\frac{1}{2}$; ſein ſpecifiſches Gewicht 11,3523 *). Letzteres wird durch Hämmern nicht vermehrt, auch wird es dadurch, wie es bei andern Metallen der Fall iſt, nicht härter. Dieſes dient zum Beweiſe, daß die Härte, welche die Metalle durch das Hämmern erhalten, eine Folge der Zunahme ihrer Dichtheit iſt.

3. Es läßt ſich ſehr gut ſtrecken, und läßt ſich zu ganz dünnen Blättchen ſchlagen. Man kann es auch zu Drath ziehen, allein ſeine Ziehbarkeit iſt nicht beträchtlich. Seine Zähigkeit iſt ſo unbeträchtlich, daß ein Bleidrath, welcher $\frac{1}{12,6}$ Zoll im Durchmeſſer hält, nur 18,4 Pfund ohne zu zerreißen tragen kann.

*) Briſſon.

4. Nach Newton kommt das Blei bei einer Temperatur von 540° Fahr. in Fluß; Morveau ſetzt hingegen den Schmelzpunkt deſſelben erſt bei dem 594°. In einer ſehr erhöheten Temperatur kocht und verdunſtet dieſes Metall. Läßt man es langſam erkalten, ſo kryſtalliſirt es. Der Abt Mongez erhielt es in vierſeitigen Pyramiden, die auf einer ihrer Seite lagen. Jede einzelne Pyramide ſchien aus drei verſchiedenen Lagen zu beſtehen. Pajot erhielt polyädriſche Kryſtalle von zwei und dreißig Seiten, die durch das Zuſammenſtoßen von ſechs vierſeitigen Pyramiden gebildet wurden *).

Oxyden. II. An der Luft verliert dieſes Metall ſeinen Glanz bald, nimmt zuerſt eine ſchmutzig graue Farbe an, und zuletzt wird ſeine Oberfläche beinahe weiß. Dieſes rührt von der allmähligen Verbindung des Metalls mit dem Sauerſtoffe, und der dadurch bewirkten Oxydation deſſelben her. Dieſe Umwandlung erfolgt aber ausnehmend langſam, indem die äußere in ein Oxyde verwandelte Rinde des Metalls, den darunter liegenden Theil lange vor der Einwirkung der Luft ſchützt.

Einwirkung der Luft.

Wirkung des Waſſers. Das Waſſer äußert keine unmittelbare Wirkung auf das Blei, erleichtert aber die Wirkung der äußern Luft. Setzt man Blei der Luft aus, und benetzt es beſtändig mit Waſſer, ſo oxydirt es ſich ungleich ſchneller, als es ſonſt der Fall ſeyn würde. Dieſes iſt der Grund von der weißen Kruſte, die man in bleiernen zu Waſſerbehältern beſtimmten Gefäßen an der Stelle findet, wo die Oberfläche des Waſſers mit der äußern Luft in Berührung kommt.

---

*) Jour. de Phys. XXXVIII, 53.

Man kennt bis jetzt vier verſchiedene Verbindungen des Bleies mit dem Sauerſtoffe, von dieſen ſind aber einige noch nicht mit der gehörigen Sorgfalt unterſucht worden.

Protoxyde. Das Protoxyde oder erſte Oxyde des Bleies wird erhalten, wenn Blei in Salpeterſäure aufgelöſt, und die Kryſtalle welche dieſe (gehörig koncentrirte) Auflöſung giebt, mit metalliſchem Blei gekocht werden. Durch dieſes Verfahren erhält man ſchuppige glänzende Kryſtalle von gelber Farbe, welche ſehr auflöslich in Waſſer ſind. Dieſe Kryſtalle beſtehen aus dem Protoxyde des Bleies in Verbindung mit Salpeterſäure. Das Protoxyde, deſſen Eigenſchaften noch nicht näher unterſucht worden ſind, läßt ſich durch Kali fällen. Es enthält eine nur ſehr geringe Menge Sauerſtoff. Dieſe Bemerkungen rühren von Prouſt her*).

2. Das Deutoxyde wird erhalten, wenn man Blei in Salpeterſäure auflöſt, und Kali in die Auflöſung gießt. Es fällt ein gelbes Pulver zu Boden, welches das Deutoxyde des Bleies iſt. Dieſes Oxyde enthält nach Prouſt im Hundert: 91 Blei und 9 Sauerſtoff **). Schmilzt man Blei in einem offenen Gefäße, ſo überzieht ſich die Oberfläche des ſchmelzenden Metalls bald mit einem grauen Häutchen. Wird dieſes hinweggenommen, ſo erſetzt ein neues Häutchen die Stelle von jenem. Setzt man dieſe Operation fort, ſo läßt ſich das ganze Metall in dieſe Subſtanz verwandeln. Werden dieſe Häutchen in einem offenen Gefäße unter ſtetem Umrühren kurze Zeit erhitzt, ſo werden ſie in ein grünlich graues Pulver verwandelt. Prouſt hat gezeigt, daß dieſes Pulver

*) Jour. de Phys. LVI, 206.

**) Ebendaſelbſt.

eine Miſchung aus dem Deutoxyde und etwas metalliſchem Blei ſey. Die grüne Farbe rührt von der Miſchung des grauen und blauen Pulvers her. Wird dieſes Pulver noch einige Zeit in einem offenen Gefäß erhitzt, ſo abſorbirt es eine größere Menge Sauerſtoff, nimmt eine gelbe Farbe an, und iſt dann im Handel unter dem Nahmen des Maſſicots bekannt. Die Urſache dieſer Veränderung fällt in die Augen. Der metalliſche Theil des Pulvers abſorbirt nach und nach Sauerſtoff, und das Ganze wird dem zufolge in Deutoxyde verwandelt.

Bleiweis. Setzt man dünne Bleiplatten den Dämpfen des erwärmten Weineſſigs aus, ſo werden ſie nach und nach zerfreſſen, und in ein ſchweres weißes Pulver verwandelt, welches als Mahlerfarbe gebraucht, und Bleiweiß genant wird. Ehemals hielt man dieſes Pulver für ein eigenthümliches Bleioxyde, allein jetzt weiß man, daß es eine Verbindung des Deutoxyde mit Kohlenſäure iſt.

Rothes Bleioxyde. 3. Reibt man das Maſſicot zu einem feinen Pulver, und bringt man es in einen Ofen in dem die Flamme des Brennmaterials ſtets mit der Oberfläche, des Metalles in Berührung iſt, die durch ununterbrochenes Umrühren der Maſſe immer erneuert wird, ſo verwandelt es ſich nach ungefähr 48 Stunden in ein Bleioxyde von ſchön rother Farbe, das unter dem Nahmen der Mennige bekannt iſt. Dieſes Oxyde deſſen man ſich gleichfalls in der Mahlerei, und auch noch zu andern Zwecken bedient, iſt das Tritoxyde oder rothe Oxyde des Bleies.

Peroxyde. 4. Wird rothes Bleioxyde mit Salpeterſäure, deren ſpecifiſches Gewicht 1,260 iſt, übergoſſen, ſo löſet die Säure 185 Theile von demſelben auf; allein 15 Theile

bleiben

bleiben als ein ſchwarzes oder vielmehr dunkelbraunes Pulver zurück. Dieſes iſt das Peroxyde oder braune Oxyde des Bleies welches Scheele zuerſt entdeckt hat. Die vorzüglichſte Methode es zu bereiten iſt die, welche Prouſt zuerſt angegeben, und Vauquelin nachmals verbeſſert hat. Man ſchüttet rothes Bleioxyde in ein Gefäß, das zum Theil mit Waſſer angefüllt iſt, und läßt gasförmige oxydirte Salzſäure hindurchgehen. Das Oxyde nimmt eine immer dunklere Farbe an, und wird zuletzt aufgelöſt. Man ſchüttet hierauf Kali in die Auflöſung, worauf das braune Bleioxyde zu Boden fällt. Durch dieſes Verfahren erhält man aus 100 Theilen des rothen Oxyde, die man zu dem Verſuche genommen, 68 Theile braunes Oxyde *). Hundert Theile deſſelben enthalten 79 Blei und 21 Sauerſtoff. Es hat eine glänzende flohbraune Farbe. Beim Erhitzen entweicht Sauerſtoffgas, das Oxyde wird gelb, und ſchmilzt zu einer Art Glaſe. Reibt man es in einem Mörſer mit Schwefel zuſammen, ſo entzündet ſich dieſer, und brennt mit glänzender Flamme. Erhitzt man es auf glühenden Kohlen, ſo wird das Blei reducirt.

Alle Bleioxyden laſſen ſich leicht in Glas verwandeln; in dieſem Zuſtande oxydiren ſie ſich, und verbinden ſich, mit Ausnahme des Goldes, Platins und Silbers, mit beinahe
Kupellation. allen Metallen. Aus dieſem Grunde kann man ſich des Bleies mit Vortheil bedienen, Gold und Silber von andern Metallen, mit denen ſie häufig verunreinigt ſind, zu trennen. Das zu reinigende Gold oder Silber werden mit Blei zuſammengeſchmolzen, und einige Zeit in einer flachen Schaa-

*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. IV, 91.

le, welche aus ausgelaugter Beinaſche oder Holzaſche verfertigt, und Kupelle genannt wird, einige Zeit im Fluß erhalten. Das Blei wird allmählig verglaſet, und von der Kupelle, in Verbindung mit denen Metallen, welche dem Golde oder Silber beigemiſcht waren, eingeſogen; ſo daß letztere Metalle rein in der Kupelle zurückbleiben. Dieſe Operation wird die Kupellation genannt. Das hierzu angewandte Blei wird in dem Zuſtande, in welchen es durch die Kupellation verſetzt worden, Bleiglötte genannt. Sie iſt eine halbverglaſte Subſtanz, die aus Schuppen beſtehet, eine hochrothe Farbe hat, und ein Bleioxyde iſt, das mehr oder weniger mit fremdartigen Metallen verunreiniget iſt. Die beſte Bleiglötte erhält man, wenn Blei an und für ſich oxydirt, und ſo lange der Hitze ausgeſetzt wird, bis das Oxyde ſchmilzt. Je größer die Hitze beim Schmelzen wird, um ſo weißer wird die Bleiglötte *).

Bleiglötte.

Verbindung mit brennbaren Körpern.

III. Noch hat man das Blei weder mit Kohle noch mit Waſſerſtoff verbinden können; mit Schwefel und Phosphor geht es aber leicht eine Vereinigung ein.

1. Man erhält ſchwefelhaltiges Blei, wenn man entweder dieſe beiden Beſtandtheile ſchichtenweiſe in einen Schmelztiegel einträgt und zuſammenſchmilzt, oder wenn man Schwefel nach und nach auf ſchmelzendes Blei wirft. Das ſchwefelhaltige Blei iſt ſpröde, glänzend, von dunkel blaugrauer Farbe, und weit leichtflüſſiger als Blei. Man trifft

*) Einige Verbeſſerungen in der Methode, Silber von Blei durch die Kupellation zu ſcheiden, hat Duhamel in einer Abhandlung, die im dritten Bande der Memoires de l'Institut pag. 306. enthalten iſt, angegeben.

dieſe Verbindung häufig in der Natur an, wo ſie gewöhnlich in Würfeln kryſtalliſirt vorkommt. Das natürliche ſchwefelhaltige Blei wird **Bleiglanz** genannt. Nach **Wenzel** beſtehet dieſe Zuſammenſetzung aus 86,8 Blei und 13,2 Schwefel *).

Phosphorhaltiges Blei. 2. Durch Schmelzen von gleichen Theilen Phosphorglas und Bleifeile läßt ſich eine Verbindung des Bleies mit dem Phosphor bewerkſtelligen. Das **phosphorhaltige Blei** läßt ſich mit einem Meſſer ſchneiden, trennt ſich aber beim Hämmern in Platten. Es hat eine ſilberweiße Farbe mit einem Stich ins Blaue, läuft aber an der Luft bald an. Auch dadurch, daß man in Stücke geſchnittenen Phosphor auf geſchmolzenes Blei wirft, wird dieſe Zuſammenſetzung hervorgebracht. Sie beſtehet aus 22 Theilen Phosphor und 88 Theilen Blei **).

IV. Das Blei verbindet ſich nicht mit dem Stickgas. Die Salzſäure zerfrißt daſſelbe allmählich, und verwandelt es in ein weißes Oxyde.

V. Das Blei läßt ſich mit den meiſten Metallen zuſammenſchmelzen.

1. Es läßt ſich durch Schmelzen leicht mit dem Golde verbinden. Die Farbe des Goldes leidet darunter, und ſeine Ziehbarkeit wird vermindert. Dieſe Miſchung gewährt keinen Nutzen; wird aber oft bei der Reinigung des Goldes durch die Kupellation erhalten. **Hatchett** ſchmolz einen Theil Blei mit zwölf Theilen Gold zuſammen, das Gemiſch hatte die Farbe des Goldes, war aber etwas bläſſer. Es war ſo

---

*) Lehre von der Verw. S. 394.

**) Pelletier Ann. de Chim. XIII, 114.

ſpröde als Glas. Es hatte ein feines Korn von bräunlicher Farbe, das dem Porcellan ähnelte. Schon $\frac{1}{1920}$ Blei zerſtört die Dehnbarkeit des Goldes. Wird Blei in der Nähe des Goldes im Fluß erhalten, ſo verbindet ſich ein Theil deſſelben damit, und zerſtört die Dehnbarkeit des Goldes.

Platin. 2. Platin und Blei verbinden ſich bei einer ſehr erhöheten Temperatur; das Gemiſch iſt ſpröde, von Purpurfarbe, verändert ſich aber bald an der Luft. Man hat mit dieſem Metallgemiſche mehrere Verſuche gemacht, um wo möglich das Platin durch Kupellation (ſo wie Gold und Silber) von andern Metallen zu befreien; allein dieſe Verſuche wurden keinesweges von einem erwünſchten Erfolge begleitet, da das Platin einen weit höhern Feuersgrad, um im Fluß erhalten zu werden, erfordert, als gewöhnlich angewendet werden kann.

Silber. 3. Man verbindet das Silber der Kupellation wegen häufig mit dem Blei. Dieſes Gemiſch iſt ſehr ſchmelzbar, ungleich weicher als Silber, und ſteht in Anſehung der Zähigkeit, Elaſticität und des Klanges dem Silber nach. Die Farbe deſſelben nähert ſich ſehr der des Bleies, ſein ſpecifiſches Gewicht iſt größer, als die Rechnung angiebt.

Queckſilber. 4. Das Queckſilber läßt ſich mit dem Blei leicht in jedem Verhältniſſe dadurch vereinigen, daß man entweder Bleifeile mit Queckſilber zuſammenreibt, oder erſteres auf ſchmelzendes Blei ſchüttet. Das Amalgam iſt weiß und glänzend, und wenn man eine hinreichende Menge Blei nimmt, ſo erhält man es in einem feſten Zuſtande. Es iſt der Kryſtalliſation fähig. Die Kryſtalle beſtehen aus einem Theile Blei und anderthalb Theilen Queckſilber *).

---

*) Die Dijoner Akademiſten.

Kupfer. 5. Kupfer und Blei gehen durch Schmelzen leicht eine Verbindung mit einander ein. Waltet das Blei vor, ſo iſt die Farbe des Gemiſches grau und in der Kälte dehnbar, in der Hitze hingegen ſpröde. Man bedient ſich dieſes Gemiſches zuweilen um Lettern für ſehr große Schriftzüge daraus zu machen *).

Eiſen. 6. Man wähnte ſonſt, daß ſich Eiſen und Blei nicht verbinden laſſen; allein die Verſuche von Morveau haben gezeigt, daß man durch das Zuſammenſchmelzen dieſer Metalle, zwei verſchiedene Metallgemiſche erhalte. Auf dem Boden des Gefäßes findet man ein Korn, das aus Blei und einer nur geringen Menge Eiſen beſtehet; über dieſem ein anderes aus Eiſen mit einer ſehr geringen Menge Blei **).

Zinn. 7. Blei und Zinn laſſen ſich durch Schmelzen in jedem Verhältniſſe mit einander verbinden. Dieſes Gemiſch iſt härter, und ungleich zäher als Zinn. Muſchenbröck bemerkt, daß dieſe Eigenſchaften ein Maximum ſind, wenn das Gemiſch aus drei Theilen Zinn und einem Theile Blei beſtehet. Das ſogenannte Pfundzinn (ley-pewter) iſt gleichfalls eine Miſchung aus Blei und Zinn. Auch Zinnfolie beſtehet häufig aus einem Gemiſche dieſer beiden Metalle. Die Miſchung welche aus zwei Theilen Blei und einem Theile

---

*) Fourcroy Syst. de Connoiss. Chim. IV, 266. Cavendiſh und Hatchett haben kürzlich gezeigt, daß man ſich nur dann des Kupfers zum Ligiren des Goldes bedienen könne, wenn erſteres ganz frei von Blei iſt. Die geringſte Menge von letzterem, wenn ſie auch ſo unbeträchtlich iſt, daß ſie nicht auf das Kupfer wirkt, verurſacht eine beträchtliche Veränderung in der Dehnbarkeit des Goldes.

**) Ann. de Chim. LXIII, 17.

Zinn beſtehet, iſt weit leichtflüſſiger als jedes dieſer Metalle einzeln genommne. Die Zinngießer bedienen ſich daher deſſelben zum Löthen.

Verwandſchaften. VI. Die Verwandſchaften des Bleies und ſeiner Oxyden ſind folgende.

Blei.	Oxyde des Bleies.
Gold.	Schwefelſäure.
Silber.	Milchzuckerſäure.
Kupfer.	Kleeſäure.
Queckſilber.	Arſenikſäure.
Wismuth.	Weinſteinſäure.
Zinn.	Salzſäure.
Platin.	Phosphorſäure.
Arſenik.	Schweflichte Säure.
Zink.	Korkſäure.
Nickel.	Salpeterſäure.
Eiſen.	Flußſäure.
Schwefel.	Zitronenſäure.
	Milchſäure.
	Eſſigſäure.
	Boraxſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

Die Alten gaben den ſieben zuletzt beſchriebenen Metallen (mit Ausſchluß des Platins, welches ihnen unbekannt war) die Nahmen der Planeten, und bezeichneten jedes derſelben mit einem eigenthümlichen Zeichen, welches ſowohl den Planeten, als das Metall andeutete.

Namen und Zeichen, die von den Alten den Metallen gegeben worden.

Das Gold war die Sonne, und wurde dargeſtellt durch das Zeichen . . . ☉
Das Silber war der Mond . . . ☽
Das Queckſilber war der Merkurius . ☿
Das Kupfer war die Venus . . . ♀
Das Eiſen war der Mars . . . . . ♂
Das Zinn war der Jupiter . . . . . ♃
Das Blei war der Saturn . . . . . ♄

Es iſt äußerſt wahrſcheinlich, daß dieſe Nahmen zuerſt den Planeten ertheilt wurden; und daß man wähnte die ſieben Metalle — die einzigen welche den Alten bekannt waren, ſtänden mit den Planeten, oder den Gottheiten welche dieſelbe bewohnten in einer Beziehung, da die Zahl beider die nehmliche war. Aus einer Stelle des Origenes geht hervor, daß dieſe Nahmen zuerſt bei den Perſern gebraucht wurden *). Warum jedes eigenthümliche Metall nach einem eig=

*) Contra Celsum. Lib. VI, 22. — Celsus de quibusdam Persarum mysteriis sermonem facit. Harum rerum, inquit, aliquod reperitur in Persarum doctrina Mithracisque eorum mysteriis vastigium. In illis enim duae coelestes conversiones, alia stellarum fixarum, errantium alia, et animae per eas transitus quodam symbolo repraesantantur quod hujusmodi est. Scala altas portas habens, in summa autem octava porta. Prima Portarum plumbea, altera stannea, tertia, ex aëre, quarta ferrea, quinta ex aëre mixto, sexta argentea, septima ex auro. Κλιμαξ ὑψιπυλος, ἐπι δ' αἰτη πυλη ὀγδοη. Ἡ πρωτη των πυλων μολιβδου, ἡ δευτερα κασσιτερου, ἡ τριτη χαλκου, ἡ τετρατη σιδερου, ἡ πεντη κεραςου νομισματος, ἡ ἐκτη αργυρου, χρυσου δὴ ἑσθομη. Primum assignant Saturno tarditatem illius sideris plumbo indicantes: alteram Veneri, quam referunt ut ipsi quidem putant, stanni splendor et mollities; tertiam

nen Planeten benannt wurde, iſt ſchwer einzuſehen. Man hat hierüber genug Vermuthungen gewagt; allein keine derſelben iſt befriedigend.

Vermuthungen über ihren Urſprung. Was die Zeichen betrifft, mit welchen die Metalle bezeichnet worden, ſo ſcheint es, als wenn die Aſtrologen ſie für die Attribute der Gottheiten deſſelben Nahmens gehalten hätten. Der Zirkel war in den früheſten Zeiten bei den Egyptern, das Zeichen der Göttlichkeit und Vollkommenheit; er wurde wie es ſcheint zu gleicher Zeit zum Zeichen für die Sonne gebraucht. Ein nicht unpaſſendes Bild, vorzüglich wenn man den Umfang deſſelben mit kleinen Strichen beſetzte, welche eine Vorſtellung von der Ausſendung der Lichtſtrahlen geben konnten. Der Halbzirkel iſt eben ſo das Bild des Mondes, des einzigen unter den

---

Jovi, aheneam illam quidem et solidam: quartam Mercurio, quia Mercurius et ferrum, uterque operum omnium tolerantes, et mercaturam utiles, laborum patientissimi. Marti quintam, inaequalem illam et variam propter mixturam. Sexatm quae argentea est lunae; septimam auream soli tribuunt, quia solis et lunae colores haec duo metalla referunt.

Borrichius vermuthet und unterſtützt ſeine Vermuthung durch ſehr wahrſcheinliche Gründe, daß die Nahmen der Gottheiten in dieſer Stelle von den Abſchreibern entweder aus Unwiſſenheit oder Abſicht verſetzt worden ſind. Er ſchlägt folgende Leſart vor: „Secundam portam faciunt Jovis, comparantes „ei stanni splendorem et mollitiem, tertiam Veneris aeratam et solidam; quartam Martis, est enim laborum patiens, „aeque ac ferrum, celebratus hominibus; quintam Mercurii propter misturam inaequalem ac variam, et quia negotiator est; sextam Lunae argenteam; septimam solis auream. *Olaus Borrichius de ortu et progressu Chemiae. Hafniae* 1668. 4to pag. 29.

himmliſchen Körpern, welcher dem unbewafneten Auge in dieſer Geſtalt erſcheint. Das Zeichen ♄ ſoll die Sichel des Saturns andeuten; ♃ die Donnerkeile des Jupiters; ♂ die Lanze des Mars zugleich mit dem Schilde, ♀ den Spiegel der Venus, und ☿ den Schlangenſtab Merkurs.

Die Alchemiſten hingegen geben eine ganz andre Erklärung von dieſen Zeichen. Gold war das vollkommenſte Metall, und wurde daher mit einem Zirkel bezeichnet. Das Silber näherte ſich dem Golde am meiſten, da es ihm aber doch im Range nachſtehet, ſo wurde zu ſeiner Bezeichnung nur ein Halbzirkel gewählt. In dem Zeichen ☿ fanden die Adepten das Zeichen des Goldes mit der Farbe des Silbers, das Kreuz am Ende des Zeichens, drückte ein geheimnißvolles Etwas aus, ohne welches das Queckſilber Silber oder Gold ſeyn würde. Dieſes Etwas iſt auch im Kupfer enthalten, die mögliche Umwandlung deſſelben in Gold drückt das Zeichen ♀ aus, das Zeichen ♂ giebt dieſelbe ehrenvolle Verwandſchaft zu erkennen, ungeachtet der Halbzirkel ſich auf eine verſtecktere Art daran befindet, denn nach der richtigſten Art dieſes Zeichen zu ſchreiben, muß der Punkt an der Spitze fehlen, oder um es richtiger auszudrücken, die aufrechtſtehende Linie muß die Querlinie nur berühren, nicht aber durchſchneiden. Das philoſophiſche Gold liegt im Stahle verborgen, aus dieſem Grunde liefert derſelbe ſo heilſame Arzneien. Vom Zinne iſt die eine Hälfte Silber, die andere enthält das unbekannte Etwas, aus dieſem Grunde iſt der halbe Mond mit dem Kreuze in dem Zeichen ♃ zuſammengeſetzt. Im Blei iſt das Etwas vorwaltend, und es findet bei ihm eine Aehnlichkeit mit dem Silber ſtatt. Daher ſtehet in dem dieſes Metall bezeichnenden Zeichen, das Kreuz

oben, und das Zeichen des Silbers iſt ihm nur rechter Hand angehängt.

Profeſſor **Beckmann** hingegen, welcher dieſen Gegenſtand mit vieler Sorgfalt unterſucht hat, findet, daß dieſe Zeichen Abkürzungen der ältern Nahmen der Planeten ſind. Das Zeichen des **Mars** drückte (ihm zufolge) nach der älteſten Art es darzuſtellen, eine Abkürzung des Wortes Θουρος aus; mit welchem die Griechiſchen Mathematiker dieſe Gottheit bezeichneten, oder mit andern Worten den erſten Buchſtaben Θ mit dem letzten ς der über dieſen geſtellt worden. Das Zeichen des Jupiters war urſprünglich der Anfangsbuchſtabe von Ζευς; und in den älteſten Manuſkripten von den mathematiſchen und aſtrologiſchen Werken des Julius **Firmicus**, wird nur der Anfangsbuchſtabe z gebraucht, dem in der Folge der Buchſtabe ς am Ende angehängt wurde, um die Abkürzung bemerklicher zu machen. Der ſogenannte Spiegel der **Venus** iſt nichts anders, als der etwas verunſtaltete Anfangsbuchſtabe des Wortes Φωσφορος den man ehemals dieſer Göttin gab. Die Sichel des Saturns wurde allmählich aus den beiden erſten Buchſtaben des Wortes Κρονος gebildet, das die Abſchreiber der Kürze und Bequemlichkeit wegen, mehr zuſammenzogen, aber dadurch auch undeutlicher ausdrückten. Um in dem Anfangsbuchſtaben des Wortes Στιλβων den Schlangenſtab Merkurs aufzufinden, braucht man nur auf die Abkürzungen die in den alten Manuſkripten vorkommen, Acht zu geben. In dieſen findet man für Σ das Zeichen C, überdieß ſetzten die Abſchreiber um dieſe Abkürzung von andern zu unterſcheiden das C folgendermaßen , und ſchrieben unter daſſelbe den nächſten Buchſtaben τ. Diejenigen welchen dieſe Ableitung unwahrſcheinlich vorkommt,

dürfen nur die griechiſchen Abbreviationen betrachten, und ſie werden mehrere finden, die ſich von der urſprünglichen Bezeichnung noch mehr entfernen, als das Zeichen ☿ von den beiden verbundenen Zeichen ◡ und ┬. Es iſt auch möglich, daß ſpätere Abſchreiber, unbekannt mit dem Urſprunge dieſer Abkürzung, ihr eine noch größere Aehnlichkeit mit dem Schlangenſtab Merkurs gegeben haben. Kurz es kann nicht geleugnet werden, daß manche andre aſtronomiſche Zeichen wirkliche Symbole, oder eine eigne Art von Hieroglyphen ſind, die gewiſſe Attribute oder Umſtände wie die Zeichen des Widders, Löwen und andre welche Salmaſius anführt, vorſtellen.

Neunter Abſchnitt.

V o m N i c k e l.

Geſchichte. I. Man findet in verſchiedenen Gegenden Deutſchlands ein ſchweres Foſſil von röthlich brauner Farbe, die mit der des Kupfers einige Aehnlichkeit hat. An der Luft verliert es allmählich ſeinen Glanz, wird zuerſt bräunlich, und bekommt zuletzt grüne Flecken. Anfänglich hielt man es für ein Kupfererz; da aber aller Bemühungen ungeachtet, kein Kupfer aus demſelben erhalten wurde, ſo gab man ihm den Namen Kupfernickel, der ſo viel bedeutet, als Kupfer trügling. Hierne, welchen man als den Vater der ſchwediſchen Chemiſten betrachten kann, war der erſte, welcher dieſes Minerals Erwähnung thut. In einem im Jahre 1694 von ihm herausgegebenen Buche, über die Kunſt Metalle zu entdecken, liefert er eine Beſchreibung deſſelben. Die Mine-

ralogen führten es alle unter den Kupfererzen auf, bis Cronſtedt eine Unterſuchung deſſelben lieferte. Er ſchloß aus ſeinen Verſuchen, die er in den Abhandlungen der ſchwediſchen Akademie vom Jahre 1751 und 1754 bekannt machte, daß in ihm ein neues Metall enthalten ſey, dem er den Nahmen Nickel gab.

Ihm ſtimmten alle ſchwediſche Chemiſten, überhaupt der größte Theil der Naturforſcher bei. Einige aber, vorzüglich Sage und Monnet, läugneten, daß dieſes Foſſil ein neues Metall enthalte, ſondern erklärten es für eine Zuſammenſetzung mehrerer bekannten Metalle, die ſich nur durch die gewöhnlichen Verfahrungsarten nicht aufheben laſſe; dieſe Behauptungen veranlaßten Bergmann, eine Reihe mühſamer Verſuche anzuſtellen, um wo möglich das Nickel rein darzuſtellen; denn Cronſtedt war nicht im Stande geweſen, einen Theil Arſenik, Kobalt und Eiſen, welcher mit demſelben verbunden war, abzuſcheiden. Dieſe Verſuche, welche im Jahre 1775 *) bekannt gemacht wurden, beſtätigten Cronſtedt's Behauptungen vollkommen. Bergmann zeigte, daß das Nickel eigenthümliche Eigenſchaften beſitze, daß es in kein ander Metall verwandelt, und auch nicht künſtlich durch Verbindung andrer Metalle dargeſtellt werden könne. Man muß es mithin für ein eigenthümliches Metall erklären **).

Es iſt möglich, daß das Nickel eine Zuſammenſetzung iſt, dieſes kann auch der Fall mit mehreren andren Metallen ſeyn; wir müſſen aber jede Subſtanz für eine eigenthümliche halten,

---

*) Bergmanni Opusc. II, pag. 231.

**) Man ſehe Proust Jour. de Phys. LVII, 169 etc.

welche eigenthümliche Eigenſchaften beſitzt, und müſſen ſie als einfach anſehen, bis wirkliche Beweiſe vorhanden ſind, daß ſie zuſammengeſetzt ſey; ſonſt verlaſſen wir den Weg der Wiſſenſchaft, und verirren uns in dem Gebiete der Einbildungen und Dichtungen. Sollten aber noch einige Zweifel obwalten, ſo werden ſie durch die neueſten Verſuche, welche in der Ecole de Mines zu Paris angeſtellt worden, durch die Bergmanns Verſuche auf das vollkommenſte beſtätigt werden, gänzlich gehoben.

Eigenſchaften. I. Vollkommen reines Nickel hat eine ſchön weiße dem Silber ähnliche Farbe, und läßt gleich dieſem Metalle einen weißen Strich zurück, wenn es auf der Oberfläche eines harten Steines gerieben wird *).

Seine Härte iſt $8\frac{1}{2}$, ſo daß es weicher als Eiſen iſt. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt 9 **).

Seine Streckbarkeit in der Kälte übertrifft die des Eiſens; es läßt ſich nicht erhitzen, ohne daß es zugleich oxydirt wird, dadurch wird aber zugleich ſeine Sprödigkeit vermehrt ***).

Von dem Magnete wird das Nickel eben ſo ſtark als das Eiſen angezogen; man kann demſelben Polarität und Anziehungskraft, wie dem Magnete, ertheilen; eine aus Nickel verfertigte Nadel, die man magnetiſch gemacht, und welche ſich frei bewegen kann, zeigt eben ſo wie eine gewöhnliche

*) Das Verfahren, die Metalle aus ihren Erzen im Zuſtande der Reinheit darzuſtellen, wird im zweiten Theile dieſes Werkes gelehrt werden.

**) Fourcroy Syst. de Connois. chim. Discours preliminaire pag. 117.

***) Ibid.

Magnetnadel mit dem einen Ende Norden, mit dem andern Süden *).

Zum Schmelzen des Nickels iſt eine Temperatur von wenigſtens 150° nach Wedgwoods Pyrometer erforderlich **). Bis jetzt hat man noch nicht die Kryſtalliſation deſſelben bewirken können ***).

Oxyden. II. Wird dieſes Metall unter dem Zutritte der Luft erhitzt, ſo verbindet es ſich mit dem Sauerſtoffe, und nimmt eine grüne Farbe an; fährt man fort, das grüne

---

*) Bergmann, Klaproth, Fourcroy am angeführten Orte. — Chenevix kündigte ein Verfahren an, Nickel zu bereiten, der nicht magnetiſch wäre, er fand aber nachher, daß dieſes daher rühre, weil es noch mit Arſenik verunreinigt war.

**) Bergmanni Opusc. II, p. 269.

***) Richter hat im neuen allgemeinen Journal der Chemie B. III. H. III. S. 244 ff. und H. IV. S. 444. folgende Eigenſchaften vom abſolut reinen Nickel angegeben.

1) Die Farbe dieſes Metalls hält das Mittel zwiſchen Silber und reinem Zinne.

2. Es leidet durch die vereinte Wirkung der athmosphäriſchen Luft und des in ihr enthaltenen Waſſers keine Veränderung.

3. Es iſt vollkommen dehnbar; läßt ſich nicht nur glühend zu Stäben, ſondern auch kalt unter dem Ambos zu ſehr dünnen Platten ſtrecken, deren Dicke geringer als $\frac{1}{100}$ eines rheinl. Zolles iſt.

4. Das ſpecifiſche Gewicht des geſchmolzenen Nickels beträgt 8,279; das des geſchmiedeten 8,666.

5. Er läßt ſich zu Drathe ziehen, der $\frac{1}{50}$ Zoll im Durchmeſſer hat.

6. In Anſehung der Strengflüſſigkeit ſcheint das Nickel, wenn auch das Magneſium nicht zu übertreffen, doch ihm auch nicht nachzuſtehen.

7. Die Wirkung des Magnets auf das Nickel giebt derjenigen auf das Eiſen nur wenig nach. Er kann ferner durch bloßes Streichen mit einem Magnete; als zum Theil ſchon, durch das bloße Hämmern und Feilen, wenn dieſe mit den der magne-

Oxyde zu erhitzen, ſo erhält es einen Stich ins Purpurrothe *). Das Nickeloxyde beſtehet nach Klaproth aus 77 Procent Nickel uud 33 Procent Sauerſtoff **).

Verbindung mit brennbaren Subſtanzen. III. Das Nickel hat ſich bis jetzt weder mit der Kohle noch mit dem Waſſerſtoffe verbinden laſſen; allein es verbindet ſich leicht mit dem Schwefel und Phosphor.

---

tiſchen Kraft günſtigen Umſtänden verbunden ſind, ſelbſt magnetiſch werden und Polarität erhalten.

Die Fähigkeit des Magnetismus behält das Nickel auch bei der Legirung mit Kupfer, nur wird ſie durch dieſen Zuſatz geſchwächt. Eine Beimiſchung von Arſenik vertilgt die magnetiſchen Eigenſchaften des Nickels gänzlich. Anm. d. Ueberſ.

*) Fourcroy Discours prelim. p. 117.

**) Klaproth's Beiträge. B. II. S. 142. Nach Buchholz ſcheint das Nickelmetall zwei verſchiedene Grade der Oxydation einzugehen. Wurde das grüne Nickeloxyde geglühet, ſo entwickelte ſich Sauerſtoffgas, und die grüne Farbe deſſelben ging in eine graue über. Auch in Rückſicht des chemiſchen Verhaltens fand bei beiden ein Unterſchied ſtatt. Das nicht geglühete Nickeloxyde iſt im kohlenſauren Ammonium auflöslich, das durch Glühen veränderte Oxyde hingegen wird weder vom kohlenſauren noch reinen Ammonium aufgelöſt. Allg. Jour. der Chemie. B. II. H. III. S. 202 ff.

Richter fand (Ebend. B. III. H. III. S. 254.), daß in einer angemeſſenen hohen Temperatur das Nickeloxyde ſich ohne Zuſatz irgend eines brennbaren Stoffes reduciren ließ, und daß bloß die Strengflüſſigkeit dieſes Metalles Urſache ſey, daß die Reduktion auf dieſem Wege, wodurch das Nickel zugleich vollkommen gereinigt wird, ſo vielen Schwierigkeiten unterworfen ſey.

Da ferner beim Glühen des Nickels nicht ſowohl eine Oxydation, ſondern vielmehr ein ſtärkeres Mattwerden des Metalles, wie beim Golde, Platin, Silber ſtatt findet, ſo iſt Richter aus dieſem und dem kurz vorher angeführten Umſtande geneigt, das Nickel nicht allein für ein vollkommnes, ſondern für ein ſogenanntes edles Metall zu erklären. Anm. d. Ueberſ.

Cronſtedt fand, daß ſich die Verbindung des Schwefels mit dem Nickel leicht durch Schmelzen bewirken laſſe. Das ſchwefelhaltige Nickel, welches er erhielt, war gelb und hart, mit kleinen glänzenden Flächen, allein das Nickel, deſſen er ſich zu ſeinen Verſuchen bediente, war unrein.

Man erhält phosphorhaltiges Nickel, wenn man entweder Nickel mit Phosphorglas zuſammenſchmilzt, oder Phosphor auf rothglühendes Nickel wirft. Es hat eine weiße Farbe; auf dem Bruche ſcheint er aus ſehr dünnen Prismen zuſammengeſetzt. Erhitzt man dieſe Zuſammenſetzung, ſo verbrennt der Phosphor, und das Metall wird oxydirt. Sie beſtehet aus 83 Procent Nickel und 17 Procent Phosphor *). Der Nickel der zu dieſem Verſuche angewendet wurde, war übrigens unrein.

IV. Der Stickſtoff wirkt auf das Nickel nicht, auch verbindet es ſich nicht mit der Salzſäure.

Metallgemiſche.

V. Man kennt die Verbindungen welche das Nickel mit andern Metallen eingehet, nur ſehr unvollkommen.

Hatchett ſchmolz einen Theil Nickel, mit 16 Theilen Gold zuſammen, er erhielt ein Metallgemiſch von Meſſingfarbe, das ſpröde war, und einen grobkörnigen Bruch hatte. Betrug die Menge des Nickels nur $\frac{1}{28}$ des Ganzen, ſo war das Gemiſch immer noch ſpröde, nahm man $\frac{1}{68}$ Nickel gegen einen Theil Gold, ſo verſchwand die Sprödigkeit beinahe gänzlich, machte das Nickel nur $\frac{1}{130}$ aus, ſo war das Gemiſch ſtreckbar.

Mit Kupfer bildet das Nickel ein weißes, hartes, ſprödes

*) Pelletier Ann. de Chim. XIII, 135.

des Gemiſch, das an der Luft leicht oxydirt wird; mit Eiſen verbindet es ſich ſehr leicht, und bildet ein Gemiſch deſſen Eigenſchaften noch nicht gehörig unterſucht worden ſind; mit Zinn liefert das Nickel eine weiße, harte, ſpröde Maſſe, die wenn ſie erhitzt wird, ſich aufbläht, mit Blei geht es nur ſchwer eine Vereinigung ein; mit Silber und Queckſilber gar nicht. Noch hat man nicht verſucht, es mit dem Platin zu verbinden *).

VI. Die Verwandſchaften des Nickels und ſeiner Oxyden beſtimmt Bergmann folgendermaßen.

Nickel.	Oxyde des Nickels.
Eiſen.	Kleeſäure.
Kobalt.	Salzſäure.
Arſenik.	Schwefelſäure.
Kupfer.	Weinſteinſäure.
Gold.	Salpeterſäure.
Zinn.	Phosphorſäure.
Antimonium.	Flußſäure.
Platin.	Milchzuckerſäure.
Wismuth.	Bernſteinſäure.
Blei.	Zitronenſäure.
Silber.	Milchſäure.
Zink.	Eſſigſäure.
Schwefel.	Arſenikſäure.
Phosphor.	Boraxſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

*) Cronſtedt.

Zehnter Abſchnitt.

Vom Zink.

Geſchichte. I. Die Alten waren mit einem Foßil bekannt, das ſie Cadmia nannten, von Cadmus welcher die Griechen zuerſt lehrte, daſſelbe zu gebrauchen. Sie wußten, daß eine Verbindung deſſelben mit Kupfer Meſſing lieferte, und daß beim Verbrennen eine weiße ſchwammichte Aſche verflüchtigt werde, deren ſie ſich in der Arzneikunde bedienten *). Dieſes Foßil enthielt eine beträchtliche Menge Zink, und doch ſcheint es nicht, daß die Alten dieſes Metall in ſeinem metalliſchen Zuſtande gekannt haben **). Albertus Magnus der im Jahre 1280 ſtarb, erwähnt in ſeinen Schriften zuerſt deſſelben, aus der Benennung Markaſit des Goldes mit der er daſſelbe bezeichnet, ſollte man übrigens vermuthen, daß ihm doch nicht das reine Zink bekannt geweſen ſey; denn dieſe Benennung deutet an, daß es eine gelbe Farbe gehabt habe ***). Das Wort Zink kommt zuerſt in den

---

*) Plin. Hist. nat. Lib. XXXIV, cap. 2 et 10.

**) Grignon behauptet zwar, daß in den Ruinen einer alten römiſchen Stadt in Champagne etwas dieſem Metalle ähnliches gefunden worden ſey; allein die Subſtanz, welche er dafür hielt, iſt nicht gehörig unterſucht worden. Man kann daher keine Folgerungen aus dieſer Aeußerung ziehen. Bulletin des fouilles d'une ville Romaine, p. 11.

***) Die Stellen, in welchen er davon redet, ſind nachſtehende. Aus ihnen ſcheint deutlich hervorzugehen, daß Albert nicht ſowohl mit dem Metalle, als mit den Erzen deſſelben bekannt war:

De Mineral. Lib. II, cap. 11. „Marchasita sive marcha-

Schriften des Paracelſus vor, der im Jahre 1541 ſtarb. Er unterrichtet uns ſehr ernſthaft, daß es ein Metall und kein Metall ſey, und vorzüglich aus der Aſche des Kupfers beſtehe *). Dieſes Metall iſt auch Spiauder genannt worden.

Bis jetzt iſt das Zink nirgend in einem gediegenen Zuſtande gefunden worden, und es verſtrich eine geraume Zeit

---

sida ut quidam dicunt, est lapis in substantia, et habet multas species, quare colorem accipit cujuslibet metalli, et sic dicitur marcharita argentia et aurea, et sic dicitur aliis. Metallum autem quod colorat eum non distillat ab ipso, sed evaporat in ignem, et sic relinquitur cinis inutilis, et hic lapis notus est apud alchimicos, et in multis locis veniuntur.“

Lib. III, c. 10. Aes autem invenitur in venis lapidis, et quod est apud locum qui dicitur *Goselaria* est purissimum et optimum et toti substantiae lapidis incorporatum, ita quod totus lapis est sicut marchastita aurea, et profundatum est melius ex eo quod purius.

Lib. V. c. 5. „Dicimus igitur quod marchasita duplicem habet in sui creatione substantiam, argenti scilicet vivi mortificati, et ad fixationem approximantis, et sulphuris adurentis. Ipsam habere sulphureitatem comperimus manifesta experientia. Nam cum sublimatur, ex illa emanat substantia sulphurea manifesta comburens. Et sine sublimatione similiter perpenditur illius sulphureitas.“

„Nam si ponatur ad ignitionem, non suscipit illam priusquam inflammatione sulphuris inflammatur et ardeat. Ipsam vero argentivivi substantiam manifestatur habere sensibiliter. Nam albedinem praestat Veneri meri argenti, quemadmodum et ipsum argentum vivum, et colorem in ipsius sublimatione coelestium praestare, et luciditatem manifestam metallicam habere videmus, quae certum reddunt artificem Alchimiae, illam has substantias continere in radice sua.

*) Vol. VI. der Quartausgabe.

bis man das Metall aus ſeinen Erzen abſcheiden lernte *). Henkel gab im Jahre 1721 ein Verfahren hierzu an. Swab erhielt durch Deſtillation im Jahre 1742 metalliſches Zink; und Marggraf machte in den Abhandlungen der Berliner Akademie vom Jahre 1746 ein Verfahren bekannt, um eben dieſen Zweck zu erreichen.

Eigenſchaften. 1. Das Zink hat eine glänzend weiße Farbe mit einem Stich ins Blaue, und beſtehet aus dünnen mit einander verbundenen Blättern. Reibt man dieſes Metall einige Zeit zwiſchen den Fingern, ſo nehmen ſie einen eigenthümlichen Geruch und Geſchmack an.

2. Seine Härte iſt gleich $6\frac{1}{2}$. Es färbt die Finger ſchwarz. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt nach dem Schmelzen 6,861; nach dem Zuſammendrücken 7,1908 **); ſo daß es um $\frac{1}{20}$ dichter geworden iſt.

3. Das Zink macht gleichſam die Grenze, zwiſchen den ſpröden und ſtreckbaren Metallen. Zwar kann man es in Anſehung der Streckbarkeit nicht mit den bisher beſchriebenen Metallen vergleichen; allein es iſt doch auch nicht ſo ſpröde als die in der Folge vorkommenden Metalle. Wird es gehämmert, ſo ſpringt es nicht, ſondern nimmt Eindrücke von dem Hammer an, und läßt ſich fletſchen. Durch einen vorſichtigen gleichförmigen Druck läßt es ſich in ſehr dünne Platten verwandeln, die biegſam und elaſtiſch ſind, ſich aber nicht falten laſſen, ohne zu zerbrechen. Sage hat zuerſt dieſe Eigenſchaft des Zinkes kennen gelehrt ***). Erhitzt man

*) Der eigentliche Erfinder dieſes Verfahrens ſcheint Dr. Iſaac Lawſon geweſen zu ſeyn. Pott III. Abhandl. VII. und Watson's Chemical Essays.

**) Briſſon.

***) Jour. de Min. An V. 595.

es bis zum 400°, ſo wird es ſo ſpröde, daß es ſich in einem Mörſer zu Pulver ſtoßen läßt.

4. Es läßt ſich nicht zu Drathe ziehen. Ueber ſeine Zähigkeit ſind noch keine Verſuche angeſtellt worden.

5. Erhitzt man es bis zu einer Temperatur von ungefähr 700° *), ſo ſchmilzt es; wird der Feuersgrad verſtärkt, ſo wird es verflüchtigt; man kann dieſes Metall daher leicht in verſchloſſenen Gefäßen überdeſtilliren. Läßt man das geſchmolzene Zink langſam erkalten, ſo kryſtalliſirt es in vierſeitigen Prismen, die in dünne Bündel zuſammengehäuft ſind, und die nach allen Richtungen liegen. Setzt man dieſe Kryſtalle noch heiß der Einwirkung der Luft aus, ſo nehmen ſie eine blaue wandelnde Farbe an **).

Oryden. II. Das Zink verliert an der Luft in kurzer Zeit ſeine Farbe, erleidet aber ſonſt beinahe keine andre Veränderung. Unter Waſſer wird ſeine Oberfläche bald ſchwarz, das Waſſer wird langſam zerſetzt, es entwickelt ſich Waſſerſtoffgas, und der Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Metalle. Bei der Mitwirkung der Hitze, erfolgt die Zerſetzung des Waſſers ungleich ſchneller. Läßt man Waſſerdämpfe über Zink bei einer ſehr erhöheten Temperatur ſtreichen, ſo wird das Waſſer ſo raſch zerlegt, daß eine äußerſt lebhafte Detonation erfolget ***).

Hält man Zink einige Zeit in einem offenen Gefäße im Fluß, ſo überzieht ſich ſeine Oberfläche bald mit einem grauen Häutchen. Nimmt man dieſes Häutchen hinweg, ſo tritt bald ein anderes an ſeine Stelle; ſo daß ſich allmählich das ganze Zink in dergleichen Häutchen verwandeln läßt. Die

---

*) Bergmann. **) Monges. ***) Lavoiſier.

Bildung dieſer Häutchen rührt von der Verbindung des Sauerſtoffes der Athmosphäre mit dem Metalle her. Werden dieſe Häutchen unter ſtetem Umrühren in einem offenen Gefäße erhitzt, ſo werden ſie in ein graues Pulver verwandelt, das graues Zinkoxyde genannt worden iſt.

Wird Zink bis zum ſtarken Rothglühen in einem offenen Gefäße erhitzt, ſo entzündet es ſich, und brennt mit einer glänzend weißen Flamme, zu gleicher Zeit ſtößt das brennende Metall eine ſehr beträchtliche Menge weißer leichter Flocken aus. Dieſe Flocken ſind Zinkoxyde. Dieſes Oxyde war den Alten wohl bekannt. Dioſcorides beſchreibt die Bereitungsart deſſelben. Man nannte es Pompholyx, Nihil album, Lana philosophica. Dioſcorides vergleicht es mit Wolle *).

Bis jetzt kennt man zwei verſchiedene Zinkoxyden.

Peroxyde. 1. Das Peroxyde oder weiße Zinkoxyde iſt dasjenige, welches bei den gewöhnlichen Arbeiten die man mit dieſem Metalle vornimmt, erhalten wird. Prouſt hat eine genaue Analyſe dieſes Oxyde und ſeiner Verbindungen geliefert. Es beſtehet aus 80 Procent Zink und 20 Sauerſtoffe **). Man erhält es nicht allein beim Verbrennen des Zinkes, ſondern auch dadurch, daß man das Metall in Schwefelſäure oder Salpeterſäure auflöſt, und durch Kali fällt. Man bedient ſich dieſes Oxyde als Mahlerfarbe, es muß aber vollkommen weiß ſeyn. Enthält das Zink etwas Eiſen, welches oft bei dem verkäuflichen Zinke der Fall iſt, ſo hat das Oxyde weil es mit etwas gelbem Eiſenoxyde verunreinigt iſt, einen Stich ins Gelbe.

*) Εριων πολυπαις αφομοιονται V. 85. p. 352.

**) Ann. de Chim. XXXV, 51.

Protoxyde. 1. Das Protoxyde, oder das mit einem Minimum von Sauerſtoffe verbundene Zinkoxyde, wird erhalten, wenn man das Peroxyde in einer irdenen Retorte, oder in einem bedeckten Schmelztiegel einem heftigen Feuersgrade ausſetzt. Aus den Verſucheu von Clement und Desormes geht hervor, daß bei dieſer Behandlung das Zinkoxyde einen Theil ſeines Sauerſtoffes verliert, und eine gelbe Farbe annimmt. Der Analyſe, welche jene Chemiſten angeſtellt haben, zufolge, beſtehet das Protoxyde des Zinkes aus 88 Theilen Zink, und 12 Sauerſtoffe *).

3. Wegen der großen Verwandſchaft die zwiſchen dem Zinke und dem Sauerſtoffe ſtatt findet, iſt die Reduktion der Zinkoxyden ein ſehr ſchwieriges Unternehmen. Man muß ſie mit Kohle vermiſcht, in Gefäßen welche die äußere Luft abhalten, einer heftigen Hitze ausſetzen.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. Die meiſten brennbaren Stoffe verbinden ſich mit dieſem Metalle.

Das Waſſerſtoffgas löſt einen Theil deſſelben unter gewiſſen Umſtänden auf. Gewöhnlich bereitet man dieſes Gas dadurch, daß Zink mit verdünnter Schwefelſäure übergoſſen wird. Das auf dieſe Art bereitete Gas iſt ſo rein, als man es durch irgend ein Verfahren erhalten kann. Deſſen ungeachtet enthält es etwas Zink aufgelöſt; es ſetzt es aber in der Folge an die Seitenwände derjenigen Gefäße in welchen man es aufbewahrt, und auf der Oberfläche des Waſſers über dem es ſtehet, ab. Nach der Verſicherung der franzöſiſchen Chemiſten, iſt dieſes Gas zuweilen mit etwas

*) Ann. de Chim. XXXIX, 32.

kohlenſtoffhaltigem Waſſerſtoffgaſe vermiſcht *), dieſes würde zum Beweiſe dienen, daß das Zink häufig Kohlenſtoff enthält. Löſet man das Zink in Schwefelſäure auf, ſo wird ein ſchwarzes Pulver abgeſchieden, welches die franzöſiſchen Chemiſten für Graphit erkannten **). Noch iſt es unausgemacht ob es dieſer Graphit, oder ob es mit Zink verbundene Kohle ſey, welche die Entſtehung des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſes veranlaßt.

Schwefelhaltiges Zink. 2. Man zweifelt jetzt daran, daß ſich der Schwefel mit dem metalliſchen Zinke verbinde; weil bisher alle Verſuche dieſe Vereinigung künſtlich zu bewirken, mißlungen ſind. Schmilzt man Schwefel mit dem Oxyde dieſes Metalls in einem Schmelztiegel zuſammen, ſo verbinden ſie ſich mit einander. Dieſe Bemerkung machte Dehne zuerſt im Jahre 1781 ***). Morveau wiederholte in der Folge dieſen Verſuch †). Das ſchwefelhaltige Zinkoxyde hat eine dunkelbraune Farbe, und iſt ſpröde. Es wird in der Natur häufig angetroffen, und iſt unter dem Nahmen der Blende bekannt. Nach Prouſt's Meinung iſt die Blende ſchwefelhaltiges Zink, oder eine Zuſammenſetzung aus Schwefel und metalliſchem Zink ††).

*) Die Gegenwart dieſes Gaſes in dem aus dem Zinke enthaltenen Waſſerſtoffgaſe wurde darum von den franzöſiſchen Chemiſten angenommen, weil beim Verbrennen deſſelben in dem nicht verzehrten Antheile Luft etwas kohlenſaures Gas gefunden wurde.

**) Prouſt hat gezeigt, daß dieſes ſchwarze Pulver oft nicht kohlenſtoffhaltiges Eiſen, ſondern eine Miſchung aus Arſenik, Kupfer und Blei ſey. Ann. de Chim. XXXV, 51.

***) Crells Annalen 1786. B. I. S. 7.

†) Mem. de l'Acad. de Dijon 1783.

††) Jour. de Phys. LVI, 79.

Zink und Phosphor. 3. Wirft man Phosphor in Stücken auf ſchmelzendes Zink, ſo verbinden ſich beide mit einander. Pelletier welcher dieſen Verſuch zuerſt angeſtellt hat, ſetzte noch etwas Harz zu, um die Oxydation des Zinkes zu verhindern. Das phosphorhaltige Zink hat eine weiße Farbe, metalliſchen Glanz, und ähnelt dem Blei mehr als dem Zinke. Es läßt ſich etwas ſtrecken. Beim Hämmern oder Feilen ſtößt es den Geruch nach Phosphor aus. Bei einer ſehr erhöheten Temperatur brennt dieſe Zuſammenſetzung wie das Zink **).

4. Auch mit dem Oxyde des Zinkes läßt ſich der Phosphor verbinden. Dieſe Zuſammenſetzung erhielt Margraf bei ſeinen Verſuchen über den Phosphor. Deſtillirt man 12 Theile Zinkoxyde, 12 Theile Phosphorglas, und 2 Theile Kohlenpulver aus einer irdenen Retorte bei einem heftigen Feuersgrade, ſo ſublimirt ſich eine metalliſche Subſtanz von ſilberweißer Farbe, die einen glaſigen Bruch zeigt. Nach Pelletier iſt dieſelbe phosphorhaltiges Zinkoxyde. Vor dem Löthrohre verbrennt der Phosphor, und läßt ein Glaskügelchen zurück, das ſo lange es flüſſig iſt, durchſichtig iſt, beim Erkalten hingegen undurchſichtig wird.

Das phosphorhaltige Zinkoxyde wird gleichfalls erhalten, wenn zwei Theile Zink und ein Theil Phosphor aus einer irdenen Retorte deſtillirt werden. Die bei dieſer Operation erhaltenen Produkte ſind 1) Zink; 2) Zinkoxyde; 3) ein rother Sublimat welcher phosphorhaltiges Zinkoxyde iſt; 4) nadelförmige Kryſtalle von metalliſchem Glanze und bläulichter Farbe. Letztere hält Pelletier gleichfalls für phosphorhaltiges Zinkoxyde *).

*) Ann. de Chim. XIII, 129.

**) Ibid. p. 125.

IV. Das Zink verbindet ſich nicht mit dem Stickſtoffe, die Salzſäure verwandelt es leicht in ein Oxyde.

Verbindungen des Zinkes. V. Das Zink verbindet ſich leicht mit faſt allen Metallen, einige dieſer Gemiſche ſind von großer Wichtigkeit.

Mit Gold. 1. Zink und Gold laſſen ſich durch Schmelzen in jedem Verhältniſſe mit einander vereinigen. Das Gemiſch iſt um ſo weißer und ſpröder, je größer die Menge des in demſelben enthaltenen Zinkes iſt. Ein Gemiſch, das aus gleichen Theilen dieſer beiden Metalle beſtehet, iſt ſehr hart und weiß, nimmt eine ſchöne Politur an, und verliert ſeinen Glanz an der Luft nicht. Malouin hat daher dieſe Miſchung als ſehr brauchbar zu Spiegeln für Teleskope empfohlen. Ein Theil Zink ſoll die Dehnbarkeit von 100 Theilen Gold aufheben **).

Die letztere Bemerkung wird auch durch die Verſuche von Hatchett beſtätigt. Er fand, daß ſchon dadurch, daß Gold und Zink nahe bei einander zu gleicher Zeit geſchmolzen wurden, die Dehnbarkeit des erſteren dieſer Metalle litt. Zwei Theile Meſſing zerſtörten die Dehnbarkeit von 52 Theilen Gold. Wurde Zink in ſchmelzendes Gold geworfen, ſo entzündete ſich das Zink, und eine beträchtliche Menge deſſelben wurde verſtreut. Wurden 453 Theile Zink in 5307 Theile ſchmelzendes Gold eingetragen, ſo entwichen 141 Theile Zink. Mithin enthielt das Gemiſch nur ungefähr einen Theil Zink gegen 17 Theile Gold. Seine Farbe war blas grünlich gelb, der des Meſſings nicht unähnlich. Es war vollkommen ſpröde.

*) Mem. Acad. Par. 1742. **) Macquer.

Mit Platin. 2. Das **Platin** verbindet ſich mit dem Zink äußerſt leicht. Das Gemiſch iſt ſpröde, vollkommen hart, ſehr ſchmelzbar, von bräunlich weißer, aber nicht ſo heller Farbe, als beim reinen Zink *).

Mit Silber. 3. Das Gemiſch des Silbers mit dem Zink erhält man leicht durch das Zuſammenſchmelzen beider Metalle. Es iſt ſpröde, und iſt bis jetzt noch zu nichts benutzt worden.

Mit Queckſilber. 4. Das Zink kann mit dem Queckſilber ſowohl dadurch verbunden werden, daß man beide Metalle zuſammenreibt, als dadurch, daß man Queckſilber in ſchmelzendes Zink ſchüttet. Dieſes Amalgam iſt feſt. Läßt man es nach dem Schmelzen erkalten, ſo kryſtalliſirt es in ſechsſeitigen Blättern, welche Zwiſchenräume zwiſchen ſich laſſen. Die Kryſtalle beſtehen aus einem Theile Zink und drittehalb Theilen Queckſilber **). Man bedient ſich deſſelben, um die Kiſſen der Elektriſirmaſchine zu beſtreichen, und dadurch die Elektricität zu verſtärken.

Mit Kupfer. 5. Das Zink verbindet ſich leicht mit dem Kupfer, und bildet eines der nützlichſten Metallgemiſche. Gewöhnlich bereitet man daſſelbe dadurch, daß man Kupfer und Gallmey (ein Zinkerz, in welchem das Zinkoxyde mit Kohlenſäure verbunden iſt) ſchichtweiſe in ein Schmelzgefäß einträgt und Feuer giebt; beträgt die Menge des Zinkes nicht mehr als den vierten Theil des Kupfers, ſo wird das Metallgemiſch **Meſſing** genannt. Es hat eine ſchön gelbe Farbe, iſt leichtflüſſiger als Kupfer, und läuft an der Luft nicht an. Es läßt ſich hämmern und zu Drathe

Meſſing.

---

*) Dr. **Lewis**.

**) Elemens de Chim, Dijon. Tom. III.

ziehen. Seine Dichtheit iſt gröſser, als die Rechnung angiebt. Dieſer zufolge müſste ſie 7,6296 ſeyn, ſie iſt aber wirklich 8,3958; ſo daſs die Dichtheit um $\frac{1}{10}$ zugenommen hat. Enthält die Miſchung drei Theile Zink gegen vier Theile Kupfer, ſo hat ſie eine dem Golde ähnliche Farbe, läſst ſich aber nicht ſo gut hämmern, wie Meſſing. Man nennt ſie alsdann Pinchbeck, Prinzmetall, Prinz Ruprechts Metall. Die Alten kannten und ſchätzten das Meſſing. Sie bedienten ſich zur Bereitung deſſelben eines Zinkerzes, das ſie Cadmia nannten. Watſon hat gezeigt, daſs ſie unſerem Meſſing den Namen Orichalcum *) gaben. Ihr Aes war Kupfer, oder vielmehr Erz, eine Verbindung aus Kupfer und Zinn **).

Mit Eiſen. 6. Es iſt äuſserſt ſchwierig Zink und Eiſen mit einander zu vermiſchen. Wallerius hat gezeigt, daſs das Eiſen ſich mit einer geringen Menge Zink verbinden kann; und Malouin bediente ſich des Zinkes ſtatt des Zinnes, um kupferne Gefäſse damit zu überziehen. Dieſes dient zum

---

*) Mancheſter Transactions. Vol. II. p. 47.

**) Die Alten ſcheinen nicht genau den Unterſchied zwiſchen Kupfer, Meſſing und Erz gekannt zu haben. Daher die Verwirrung beim Gebrauche dieſer Benennungen. Sie hielten das Meſſing für eine vorzüglichere Art Kupfer. Daher bedienten ſie ſich häufig des Wortes Aes, um ſowohl das eine, als das andre zu bezeichnen. Erſt in ſpäteren Zeiten fingen die Mineralogen an, den nöthigen Unterſchied zu machen. Sie nannten Kupfer aes cyprium, nachher blos Cyprium, welches in der Folge in Cuprum verwandelt wurde. Genau läſst ſich der Zeitpunkt, wo dieſe Veränderungen ſtatt fanden, nicht angeben. Plinius braucht das Wort Cyprium. Lib. XXXVI. cap. 26. Das Wort Cuprum kommt zuerſt im Spartian vor, der ungefähr um das Jahr 290 lebte. Er ſagt in ſeinem Leben des Caracalla: Cancelli ex aëre vel cupro.

Beweiſe, daß eine Verwandſchaft zwiſchen dieſen beiden Metallen ſtatt findet *).

Mit Zinn. 7. Zinn und Zink laſſen ſich leicht durch Zuſammenſchmelzen mit einander vereinigen. Das Gemiſch iſt ungleich härter als Zink, und kaum weniger ſtreckbar. Dieſes Gemiſch iſt oft der vorzüglichſte Beſtandtheil derjenigen Zuſammenſetzung, welche Pfundzinn (pewter) genannt wird.

Mit Blei. 8. Das aus Blei und Zink beſtehende Metallgemiſche iſt von Wallerius, Gellert, Muſchenbrök und Gmelin unterſucht worden. Letzterem gelang es, daſſelbe durch Schmelzen zu bereiten. Er that etwas Talg in die Miſchung, und bedeckte den Schmelztiegel, um die Verflüchtigung des Zinkes zu verhüten. Uebertraf die Menge des Zinkes die des Bleies beträchtlich, ſo ließ ſich das Gemiſch hämmern, und war ungleich härter als Blei. Ein Gemiſch aus zwei Theilen Zink und einem Theile Blei unterſchied ſich in Anſehung der Streckbarkeit und Farbe wenig vom letzterem; es war aber härter, nahm eine beſſere Politur an, und war klingender. Enthielt das Gemiſch eine geringere Menge Zink, ſo näherte es ſich in Anſehung der Streckbarkeit und Farbe noch mehr dem Blei, nur war die Härte und der Klang deſſelben beträchtlicher, auch nahm es eine beſſere Politur an, als reines Blei. Wurde nur ein Theil Zink gegen ſechszehn Theile Blei genommen, ſo unterſchied ſich das Gemiſch nur dadurch vom Blei, daß es etwas härter war **).

9. Der Zink ſcheint durch Schmelzen mit dem Nickel nicht vereinbar zu ſeyn ***).

---

*) Mem. Par. 1742.

**) Ann. de Chim. IX, 95.

***) Die Chineſen ſcheinen doch die Kunſt zu verſtehen, dieſe

Die Verwandſchaften des Zinkes und ſeiner Oxyden ſind folgende:

Zink.	Oxyden des Zinks.
Kupfer.	Kleeſäure.
Antimonium.	Schwefelſäure.
Zinn.	Salzſäure.
Queckſilber.	Milchzuckerſäure.
Silber.	Salpeterſäure.
Gold.	Weinſteinſäure.
Kobalt.	Phosphorſäure.
Arſenik.	Zitronenſäure.
Platin.	Bernſteinſäure.
Wismuth.	Flußſäure.
Blei.	Arſenikſäure.
Nickel.	Milchſäure.
Eiſen.	Eſſigſäure.
	Boraxſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

---

beiden Metalle mit einander zu vereinigen. Denn nach Engſtröm beſtehet der Packfong oder das weiße Kupfer aus Kupfer, Nickel und Zink. Der Zink beträgt ungefähr $\frac{7}{18}$ des Ganzen, und das Verhältniß des Kupfers zum Nickel iſt wie fünf zu dreizehn. Abhandl. der ſchwed. Akad. 1776.

Eilfter Abſchnitt.
Vom Wismuth.

Geſchichte. I. Die Alten kannten das Wismuth, verwechſelten es aber mit Zinn. Die Alchemiſten und åltern Mineralogen erwåhnen deſſelben beilåufig, und rechnen es bald zum Zinn, bald zum Blei, bald auch zum Antimonium. Die åltern Deutſchen Mineralogen nannten das Wismuth lectum argenti, und ſchienen es fůr unreifes Silber zu halten *). Stahl, Dufay und andre Chemiſten welche zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts ſchrieben, erwåhnen des Wismuthes als eines eignen Metalls. Pott und Geoffroy der jůngere **) waren aber diejenigen, welche es zuerſt mit Aufmerkſamkeit unterſuchten, und ſeine eigenthůmlichen Eigenſchaften bekannt machten.

Eigenſchaften. 1. Das Wismuth hat eine rôthlich weiße Farbe, und faſt keinen Geruch noch Geſchmack. Es beſtehet aus breiten glånzenden aneinander gefůgten Blåttern. Die Figur ſeiner Theilchen iſt nach Hauy das Oktaëdrum, oder zwei vierſeitige Pyramiden, die mit ihren Grundflåchen aneinander gefůgt ſind ***).

---

*) Koenigs Regnum Minerale pag. 80. Bis gegen das Ende des ſiebzehnten Jahrhunderts wurde das Wismuth fůr eine Art Blei gehalten. Es giebt drei Arten von Blei, ſagt Ettmůller; gewôhnliches Blei, Zinn und Wismuth. Wismuth nåhert ſich am meiſten dem Silber. Ettmüller Chim. p. 321.

**) Mem. Par. 1753. p. 296.

***) Jour. de Min. An V. p. 582.

2. Seine Härte beträgt 7.; ſein ſpecifiſches Gewicht 9,8227 *).

3. Wird es vorſichtig gehämmert, ſo wird es wie Muſchenbrök gezeigt hat, beträchtlich dichter. Es iſt demnach nicht ſehr ſpröde, doch zerſpringt es bei einem heftigen Hammerſchlage, mithin läßt es ſich nicht ſtrecken. Man kann es auch nicht zu Drath ziehen. Seine Zähigkeit iſt noch nicht unterſucht worden.

4. Wird es bis zum 460 Grade erhitzt **), ſo kommt es in Fluß, verſtärkt man die Hitze beträchtlich, ſo verdunſtet es, auch läßt es ſich in verſchloſſenen Gefäßen überdeſtilliren. Läßt man das geſchmolzene Wismuth langſam erkalten, und läßt man, ſo wie die Oberfläche feſt wird, das noch flüſſige Metall herausfließen, ſo kryſtalliſirt es in Parallelepipeden, welche einander unter rechten Winkeln durchſchneiden.

II. An der Luft verliert es bald ſeinen Glanz, erleidet aber ſonſt keine Veränderung. Unter Waſſer verändert es ſich nicht.

Oryden. Man kennt bis jetzt nur zwei Oryden des Wismuthes. Allein man hat auf die Verbindung dieſes Metalls mit dem Sauerſtoffe weniger Sorgfalt verwendet, als bei den übrigen Metallen.

1. Wird das Wismuth in einem offenen Gefäß im Fluß erhalten, ſo überzieht ſich ſeine Oberfläche in kurzer Zeit mit einem dunkel blauen Häutchen. Wird dieſes Häutchen hinweggenommen, ſo tritt ein anderes an ſeine Stelle, und dieſes

*) Briſſon. **) Lewis.

dieſes geſchiehet ſo lange, bis das ganze Metall oxydirt worden iſt. Werden dieſe Häutchen in einem offenen Gefäße unter dem Zutritte der Luft erhitzt, ſo verwandeln ſie ſich bald in ein braunes Pulver, das unter dem Nahmen des braunen Oxyde bekannt iſt. Dieſes iſt das Protoxyde des Wismuthes: es beſtehet nach Fourcroy aus 90 Theilen Wismuth und 10 Theilen Sauerſtoff.

2. Wird Wismuth bis zum Rothglühen erhitzt, ſo entzündet es ſich, brennt mit einer ſchwachen blauen Flamme, und ſtößt einen gelben Dampf aus. Wird dieſer geſammelt, ſo bildet er ein gelbes nicht flüchtiges Pulver, welches gelbes Wismuthoxyde genannt worden.

Wird Wismuth in Salpeterſäure aufgelöſt, und Waſſer in die Auflöſung geſchüttet, ſo fällt ein weißes Pulver zu Boden, das ſonſt Magisterium Bismuthi genannt wurde, jetzt heißt es weißes Wismuthoxyde. Den Verſuchen von Klaproth zufolge *), beſtehet es aus 81,3 Theilen Wismuth und 17,7 Sauerſtoff. Man bedient ſich deſſelben zur Schminke, auch als Mahlerfarbe unter dem Nahmen des Perlweiß. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ſowohl das weiße als gelbe Wismuthoxyde daſſelbe Peroxyde ſind, und daß die verſchiedenen Nüancen der Farbe von der verſchiedenen Bereitungsart deſſelben herrühren **).

---

*) Klaproths Beiträge B. II. S. 294.

**) Der weiße Niederſchlag, der unter den im Texte angeführten Umſtänden erhalten wird, iſt keinesweges ein reines Wismuthoxyde, ſondern eine neutrale Verbindung der Salpeterſäure mit Wismuthoxyde. Da dieſes Salz zwar nicht gänzlich in Waſſer unauflöslich, allein doch ſehr ſchwer auflöslich iſt, ſo fällt, wenn die Wismuthauflöſung verdünnt wird, der größte Theil des ſalpeterſauren Wismuths zu Boden.

3. Die Oxyden des Wismuthes laſſen ſich leicht in Glas verwandeln, ſo daß man ſich des Wismuthes zuweilen bei der Kupellation ſtatt des Bleies bedient hat. Dufay war der erſte, welcher im Jahre 1727 das Wismuth zu dieſem Zwecke empfohl. Dieſe Verſuche wurden in der Folge von Pott beſtätigt.

4. Erhitzt man die Oxyden des Wismuthes mit Kohle, oder einem andern brennbaren Körper, ſo werden ſie leicht reducirt, denn die Verwandſchaft des Wismuthes zum Sauerſtoffe iſt nur gering.

Verbindung mit brennbaren Stoffen.

III. Noch hat man das Wismuth weder mit Kohle noch mit Waſſerſtoff verbinden können: auch ſcheint es ſich in keiner ſehr beträchtlichen Menge mit dem Phosphor zu vereinigen. Pelletier verſuchte mehrere Verfahrungsarten um dieſe Verbindung zu bewirken, ohne daß er ſeinen Zweck erreichte. Warf er Phosphor in geſchmolzenes Wismuth, ſo erhielt er eine Subſtanz welche ſich dem Anſchein nach nicht vom Wismuth unterſchied, die aber vor dem Löthrohre unverkennbare Zeichen von der Gegenwart des Phosphors gab *). Dieſes Produkt hielt etwa nur vier Procent Phosphor, und ſelbſt dieſe geringe Menge ſchien nur mechaniſch beigemengt.

Schwefelhaltiges Wismuth.

1. Der Schwefel läßt ſich durch Schmelzen leicht mit dem Wismuthe vereinigen. Das ſchwe-

Von der Richtigkeit des hier Geſagten kann man ſich dadurch überzeugen, wenn man einen Theil dieſes noch ſo ſehr ausgeſüßten Niederſchlages dem Feuer ausſetzt. Unter dieſen Umſtänden entweicht aus ihm Salpetergas und tropfbar flüſſige Salpeterſäure, es verliert dadurch 20 Procent am Gewicht, und hat jetzt eine gelbe Farbe. Anm. d. Ueberſ.

*) Ann. de Chim. XIII, 130.

felhaltige Wismuth hat eine blaugraue Farbe und kryſtalliſirt in ſchönen tetraedriſchen Nadeln. Es beſtehet aus 85 Theilen Wismuth und 15 Theilen Schwefel *). Das ſchwefelhaltige Wismuth iſt ſtrengflüſſiger als das Wismuth. Man kann nur durch eine ſtarke, lang anhaltende Hitze den Schwefel abſcheiden.

Verbindungen des Wismuthes IV. Das Wismuth läßt ſich mit beinahe allen Metallen vereinigen, wenige dieſer Metallgemiſche ſind übrigens von Nutzen.

mit Gold. 1. Gleiche Theile Wismuth und Gold bilden ein ſprödes Metallgemiſch, das beinahe dieſelbe Farbe wie Wismuth hat **); ſein ſpecifiſches Gewicht iſt größer als die Rechnung angiebt.

Hatchett trug einen Theil Wismuth in 14 Theile geſchmolzenes Gold ein, und erhielt dadurch ein Metallgemiſch von blasgrünlicher Farbe, die der des ſchlechten Meſſings ähnlich war. Es war ſpröde, und hatte einen feinkörnigen erdigten Bruch. Das Gemiſch blieb auch dann, wenn die Menge des Wismuths nur $\frac{1}{1920}$ des Goldes betrug, vollkommen ſpröde; ja es iſt wahrſcheinlich, daß eine noch geringere Menge dieſelbe Wirkung hervorbringen wird. Schmilzt man Gold und Wismuth zu gleicher Zeit in einer geringen Entfernung von einander, ſo leidet dadurch die Dehnbarkeit des Goldes.

mit Platin. 2. Das Gemiſch aus Wismuth und Platin iſt äußerſt ſpröde. Der Luft ausgeſetzt nimmt es eine purpur-

*) Wenzel.

**) Macquers Wörterbuch. T. VII. S. 283.

rothe, violette oder blaue Farbe an. Durch Hitze läßt ſich das Wismuth kaum abſcheiden *).

mit Silber, 3. Silber und Wismuth vereinigen ſich durch Zuſammenſchmelzen leicht. Das Gemiſch iſt ſpröde, hat ein blättriges Gefüge, und beinahe die Farbe des Wismuthes. Man macht dieſes Gemiſch zuweilen, um das Silber durch die Kupellation zu reinigen.

mit Queckſilber. 4. Man kann das Wismuth theils dadurch mit Queckſilber vereinigen, daß man beide Metalle zuſammenreibt, theils dadurch, daß man zwei Theile heißes Queckſilber in einen Theil geſchmolzenes Wismuth ſchüttet. Dieſes Amalgam iſt anfänglich weich, wird aber allmählich hart. Läßt man es nach dem Schmelzen langſam erkalten, ſo kryſtalliſirt es **). Uebertrifft die Menge des Queckſilbers die des Wismuthes beträchtlich, ſo bleibt das Amalgam flüſſig, beſitzt die Eigenſchaft Blei aufzulöſen, und es gleichfalls flüſſig zu machen ***). Dieſe dreifache Zuſammenſetzung läßt ſich, ohne zerſetzt zu werden, durch Gemsleder drücken. Das Queckſilber wird zuweilen mit dieſen Metallen vermiſcht; man kann aber den Betrug durch das ſpecifiſche Gewicht entdecken, das in dieſem Falle geringer ausfällt, als wenn das Queckſilber rein iſt; auch zieht das verfälſchte Queckſilber einen Schweif, d. h. bewegt man einen Tropfen deſſelben auf einer Fläche, ſo behält er nicht ſeine ſphäriſche Geſtalt, ſondern ein Theil deſſelben hängt ſich an die Fläche, als ob das Metall nicht vollkommen flüſſig, oder als ob es in ein dünnes Häutchen eingeſchloſſen wäre.

mit Kupfer, Das Kupfer bildet mit dem Wismuth ein ſprö-

---

*) Dr. Lewis. **) Pott. ***) Cramer.

des Gemiſch von blasrother Farbe, deſſen ſpecifiſches Gewicht genau mit dem, was die Rechnung dafür giebt, übereinſtimmt *).

mit Eiſen. 6. Mit dem Eiſen geht das Wismuth eine nur unvollkommene Verbindung ein **). Das Gemiſch iſt ſpröde, es wird vom Magnete ſelbſt dann gezogen, wenn das Wismuth $\frac{3}{4}$ des Ganzen ausmacht ***). Das ſpecifiſche Gewicht dieſer Miſchung iſt geringer, als durch die Rechnung gefunden wird †).

mit Zinn. 7. Wismuth und Zinn vereinigen ſich leicht mit einander. Eine geringe Menge Wismuth vermehrt den Glanz, die Härte, und den Klang des Zinnes. Oft nimmt man es als Beſtandtheil unter (pewter) das Pfundzinn, wiewohl nicht in England. Gleiche Theile Wismuth und Zink bilden ein Gemiſch, das bei 280° ſchmilzt: acht Theile Zinn und ein Theil Wismuth ſchmelzen bei 390°; zwei Theile Zinn und ein Theil Wismuth bei 330° ††).

mit Blei. 8. Das aus Blei und Wismuth beſtehende Metallgemiſch hat eine dunkelgraue Farbe, und ein dichtes Korn †††). So lange die Menge des Wismuthes die des Zinnes nicht beträchtlich übertrifft, iſt es ſtreckbar ††††). Das Wismuth vermehrt die Zähigkeit des Bleies ungemein. Muſchenbrök fand, daß die Zähigkeit einer Miſchung aus drei Theilen Blei und zwei Theilen Wismuth zehnmal größer war, als die des reinen Bleies. Das ſpecifiſche Gewicht dieſer Miſchung iſt größer als die Rechnung angiebt *).

---

*) Gellert. **) Muſchenbrök. ***) Henkel.
†) Gellert. ††) Dr. Lewis. †††) Wallerius. ††††) Baumé.
*) Gellert.

9. Werden acht Theile Wismuth, fünf Theile Blei und drei Theile Zinn zuſammengeſchmolzen, ſo erhält man ein Metallgemiſch von weißer Farbe, das bei einer Temperatur von 212° ſchmilzt, mithin in ſiedendem Waſſer flüſſig bleibt.

10. Das Metallgemiſch aus Wismuth und Nickel iſt ſpröde und beſteht aus Blättern *).

mit Nickel. 11. Wismuth und Zink verbinden ſich nicht mit einander.

Verwandſchaften. V. Die Verwandſchaften des Wismuths und ſeiner Oxyden giebt Bergmann folgendermaßen an:

Wismuth.	Oxyden des Wismuths.
Blei.	Kleeſäure.
Silber.	Arſenikſäure.
Gold.	Weinſteinſäure.
Queckſilber.	Phosphorſäure.
Antimonium.	Schwefelſäure.
Zinn.	Salzſäure.
Kupfer.	Salpeterſäure.
Platin.	Flußſäure.
Nickel.	Milchzuckerſäure.
Eiſen.	Bernſteinſäure.
Schwefel.	Zitronenſäure.
	Milchſäure.
	Eſſigſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

*) Cronſtedt.

Zwölfter Abſchnitt.

Vom Antimonium.

Die Alten waren mit einem Antimonium-Oxyde bekannt, das ſie στιμμι und Stibium nannten. Plinius erzählt*), daß es in Silbererzen angetroffen werde, und wir wiſſen jetzt, daß Antimoniumoxyde einen Beſtandtheil mehrerer Silbererze ausmacht **). Man bediente ſich deſſelben, als eines äußern Mittels bei Augenkrankheiten, und Plinius beſchreibt die Zubereitung deſſelben ***). Es iſt wahrſcheinlich, daß ſie ein dunkel bläulicht graues Foſſil das metalliſchen Glanz hatte, mit demſelben Namen belegten. So viel iſt ausgemacht, daß es im achten Jahrhunderte dieſen Nahmen führte. Dieſes Foſſil beſtehet aus demjenigen Metalle welches wir Antimonium nennen, und Schwefel; und führte ſeit den Zeiten des Baſilius Valentinus bis vor Kurzem den Nahmen Antimonium. Das Metall ſelbſt wurde nachdem es entdeckt worden, Regulus Antimonii genannt.

Die aſiatiſchen †) und griechiſchen Frauenzimmer färbten ſich damit die Augenbraunen ſchwarz. Es ſcheint aber nicht, daß die Alten in dieſem Foſſil ein eignes Metall vermutheten, oder daß ſie unſer Antimonium im Zuſtande der Reinheit kannten ††).

---

*) Plin. Hist. nat. Lib. XXXIII. cap. 6.

**) Klaproth.

***) Plin. Hist. nat. loco cit.

†) 2 Buch der Könige IX, 30. und XXIII, 40.

††) Roux, der auf Anſuchen des Grafen Caylus einen alten

Es iſt unbekannt, wer das Antimonium zuerſt im metalliſchen Zuſtande aus ſeinen Erzen abgeſchieden hat, der erſte welcher dieſes Verfahren beſchreibt, iſt übrigens Baſilius Valentinus *). Sein Currus Triumphalis Antimonii welcher gegen das Ende des funfzehnten Jahrhunderts erſchien, und die Bemühungen der ſich mit Arzneikunde beſchäftigenden Alchemiſten, die ſeinen Fußſtapfen folgten, trugen zur genaueren Kenntniß der Eigenſchaften dieſer Subſtanz ausnehmend viel bei.

Kein Metall, ſelbſt nicht Eiſen und Queckſilber, hat ſo ſehr die Aufmerkſamkeit der Chemiſten auf ſich gezogen, als das Antimonium. Einige erhoben es als ein allgemeines Heilmittel für alle Krankheiten; weil andre es für ein Gift erklärten, das aus der Reihe der Arzneien verbannt werden müſſe. Lemeri war der erſte Chemiſt welcher am Ende des ſiebzehnten Jahrhunderts auf eine vernünftige Art die Eigenſchaften deſſelben prüfte; und Meuder machte im Jahr 1788 die erſte genaue Analyſe der Antimonial-Erze bekannt. Die Zahl der Schriftſteller aber, welche dieſes Metall zum beſondern Gegenſtande ihrer Unterſuchungen gemacht haben, iſt ſo groß, daß es unzweckmäßig ſeyn würde, ein Nahmensverzeichniß derſelben herzuſetzen. Bergmann Berthollet, Thenard und Prouſt ſind unter den neuern Chemiſten diejenigen, welche am meiſten zur richtigen

---

Spiegel zerlegte, fand als Beſtandtheile deſſelben Kupfer, Blei und Antimonium. Hieraus würde man ſchließen können, daß die Alten dieſes Metall gekannt hätten, wenn es ausgemacht wäre, daß der unterſuchte Spiegel wirklich ein alter war; was aber noch ſehr problematiſch ſcheint.

*) Analysis Antimonii Physico-chemico rationalis.

Kenntniß der Eigenſchaften dieſes Metalls beigetragen haben *).

Eigenſchaften. Das Antimonium hat eine grau weiße Farbe, und ziemlich viel Glanz. Es hat ein blättriges Gefüge, und beſtehet aus Blättern die ſich in jeder Richtung durchkreuzen, und zuweilen dem Metalle den Anſchein einer unvollkommnen Kryſtalliſation ertheilen. Hauy hat mit vieler Sorgfalt ausgemittelt, daß die urſprüngliche Form dieſer Kryſtalle das Oktaëdrum iſt, und daß die integrirenden Theile des Antimoniums Tetraëdern ſind **). Reibt man es mit den Fingern, ſo erhalten dieſe davon einen eigenthümlichen Geruch und Geſchmack.

2. Seine Härte iſt 6½. Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben beträgt nach Briſſon 6,702; nach Bergmann 6,86.

3. Er iſt ſehr ſpröde, und läßt ſich leicht in einem Mörſer zu feinem Pulver ſtoßen. Seine Zähigkeit iſt noch nicht unterſucht worden.

4. Erhitzt man es bis zum 809° Fahrenheit, oder bis zur Rothglühhitze, ſo ſchmilzt es. Wird nachher die

---

*) Das Wort Alkohol, deſſen man ſich noch immer in der Chemie bedient, wurde nach dem Zeugniß des *Homerus Poppius Thallinus* zuerſt zur Bezeichnung dieſes Foſſils gebraucht. „Hiſpanicis mulierculis ejus uſus in ciliorum pulchritudine concilianda fuit uſitatiſſimus: pulverem autem vocabant *alcohol* (quae voxetiam adhuc in Hermeticornm laboratoriis ſonat) unde antimonium crudum et nondum contuſum *piedra de alcohol* nominarunt.“ Das Antimonium hatte bei den Alchemiſten eine Menge abſurder Benennungen, als: Othia, Alkofol, Alcoſol, Aries, Saturnus Philoſophorum, Magneſia Saturni, Filius et Nothus Saturni.

**) Jour. de Mines An V. 601.

Hitze noch verſtärkt, ſo verdunſtet das Metall. Beim Erkalten nimmt es die Geſtalt länglichter Kryſtalle an, die ſenkrecht auf der innern Fläche des Gefäßes, in dem das Metall erkaltet, ſtehen. Von dieſer Kryſtalliſation rührt das blättrige Gefüge her, welches ſtets an dieſem Metalle ſichtbar iſt.

Oxyden. II. An der Luft erleidet das Antimonium keine andre Veränderung, als daß es ſeinen Glanz verliert. Auch dadurch, daß man es unter Waſſer aufbewahrt, wird es nicht verändert. Läßt man hingegen Waſſerdämpfe über rothglühendes Antimonium ſtreichen, ſo wird das Waſſer ſo raſch zerlegt, daß eine lebhafte Detonation erfolgt *).

Wird es in einem offenen Gefäße erhitzt, ſo verbindet es ſich nach und nach mit dem Sauerſtoffe, und verflüchtigt ſich als ein weißer Dampf. Wird derſelbe aufgefangen, ſo ſtellt er ein weißes Antimoniumoxyde dar, das ſonſt ſilberfarbene Blumen des Antimoniums, ſilberfarbene Spießglanzblumen genannt wurde. Wird das Antimonium bis zum Weißglühen erhitzt, und ſchnell bewegt, ſo entzündet es ſich, und wird in daſſelbe weiße Oxyde verwandelt.

Nach Thenard **), welcher vor einiger Zeit eine ſehr vortreffliche Abhandlung über das Antimonium bekannt gemacht hat, kann ſich daſſelbe mit ſechs verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und ſechs verſchiedene Arten von Oxyden darſtellen: allein ſeine Methode, die meiſten dieſer Oxyde zu erhalten, nemlich durch Anwendung verſchiedener Grade der Hitze, ſcheint nicht geeignet zu ſeyn, zu ganz ſichern Reſultaten hinzuführen; überdieß da verſchiedene ſeiner Oxy-

*) Fourcroy Syst. de Conn. Chim. T. V. p. 228.
**) Ann. de Chim. XXXII, 259.

den ſich nur durch ein bis zwei Procent Sauerſtoff von einander unterſcheiden ſollen. Dieſes ſetzt einen Grad der Genauigkeit voraus, der bis jetzt dem Chemiſten kaum zu erreichen möglich war.

Prouſt, der kürzlich dieſen wichtigen Gegenſtand aufs Neue der Unterſuchung unterworfen hat, fand, daß das Antimonium nur zwei verſchiedene Grade der Oxydation eingehen könne, und daß es ſich hierin den meiſten andern Metallen nähert.

Protoxyde. 1. Das Protoxyde des Antimoniums läßt ſich durch folgendes Verfahren darſtellen. Man löſt das Antimonium in Salzſäure auf, und verdünnt die Auflöſung mit Waſſer. Es fällt ein weißer Niederſchlag zu Boden, der das Protoxyde des Antimoniums mit etwas Salzſäure verbunden iſt *). Der Niederſchlag wird ſorgfältig ausgeſüßt, und einige Zeit mit einer Auflöſung des kohlenſauren Kali gekocht; abermals wohl ausgewaſchen und auf dem Filtrum getrocknet **).

Das auf die angegebene Art erhaltene Protoxyde hat eine ſchmutzig weiße Farbe ohne einigen Glanz. Es ſchmilzt bei einer mäßigen Hitze, und kann eine geraume Zeit in einer Retorte im Fluß erhalten werden. Beim Erkalten wird die Oberfläche deſſelben mit kleinen undurchſichtigen dicht gedrängten Kryſtallen belegt, die eine gelb weiße Farbe haben.

---

*) Das weiße Pulver, welches durch das angegebene Verfahren erhalten wird, wurde ehemals Algaroth-Pulver genannt, von Victor Algarothi, einem Arzte zu Verona, der daſſelbe zuerſt auf die beſchriebene Art aus dem ſalzſauren Antimonium bereitete.

**) Proust Jour. de Phys. LV, 328.

Es iſt ausnehmend leichtflüſſig, und wird ſtets beim Erkalten undurchſichtig. Ein Theil deſſelben wird, wofern die Luft Zutritt hat, bei einer mäßigen Hitze verflüchtigt. Hundert Theile deſſelben enthalten:

81,5	Antimonium.
18,5	Sauerſtoff.
100,0.	

Man kann dieſes Oxyde in Berührung mit dem Antimonium lange Zeit im Fluß erhalten, ohne daß es verändert wird *).

Peroxyde. 2. Das Peroxyde des Antimoniums wird erhalten, wenn man das Metall unter dem Zutritte der Luft einer heftigen Hitze ausſetzt. Dieſes entzündet ſich, es wird ein weißes Oxyde ſublimirt, das ehemals ſilberfarbene Blumen des Antimoniums genannt wurde. Auch dadurch, daß man Antimonium der Einwirkung der Salpeterſäure ausſetzt, oder es in rothglühenden Salpeter einträgt, wird dieſes Oxyde erhalten. Nach dem Verbrennen bleibt in letzterem Falle im Schmelztiegel eine weiße Maſſe zurück, die aus dem Oxyde des Antimoniums in Verbindung mit dem Kali des Salpeters beſtehet. Das Waſſer löſt einen Theil dieſer Zuſammenſetzung auf. Gießt man eine Säure in dieſe Auflöſung, ſo fällt ein weißes Pulver zu Boden, welches das Peroxyde des Antimoniums iſt.

Dieſes Oxyde hat eine weiße Farbe, es iſt in Waſſer unauflöslich, auch in den Säuren nicht ſo auflöslich als das Protoxyde. Zum Schmelzen deſſelben wird ein weit höherer Feuersgrad erfordert; es wird aber bei einer niederen Tem-

*) Proust Jour. de Phys. LV, 328.

peratur verflüchtigt, und bildet weiße prismatiſche Kryſtalle von Silberglanz. Hundert Theile deſſelben enthalten:

77 Antimonium.
23 Sauerſtoff.
100.

Wird es mit dem vierten Theile Antimonium geſchmolzen, ſo wird es ganz in Protoxyde verwandelt *).

Verbindung mit brennbaren Stoffen

III. Man hat bis jetzt das Antimonium weder mit Kohlenſtoff noch Waſſerſtoff verbinden können. Erhitzt man die Oxyden deſſelben mit Kohle oder Oel, ſo werden ſie, wiewohl unvollkommen wiederhergeſtellt, es ſey dann, daß eine andre Subſtanz z. B. Kali vorhanden wäre, um das Schmelzen des Metalls zu befördern. Der größere Theil bleibt als eine ſchwarze ſchwammige Maſſe zurück, die ſich oft an der Luft entzündet. Mit Schwefel uud Phosphor verbindet ſich das Antimonium leicht.

Schwefelhaltiges Antimonium.

1, Man kann das ſchwefelhaltige Antimonium dadurch bereiten, daß man Antimonium und Schwefel in einem Schmelztiegel zuſammenſchmilzt. Es hat eine dunkel blau graue Farbe, einen faſt metalliſchen Glanz: iſt ungleich leichtflüſſiger als das metalliſche Antimonium und kryſtalliſirt beim langſamen Erkalten.

Nach Bergmann beſtehet dieſe Zuſammenſetzung in hundert Theilen aus 74 Theilen Antimonium und 26 Theilen Schwefel **). Mit dieſer Angabe ſtimmen die neueſten Verſuche von Prouſt ſehr gut. Nach ihm enthalten hundert Theile ſchwefelhaltiges Antimonium:

---

*) Proust Jour. de Phys. LV, 328.
**) Bergm. Opusc. III, 167.

75,1 Antimonium.
24,9 Schwefel.
100,0 *).

Man findet dieſe Verbindung in der Natur in ſehr groſser Menge, ja es iſt faſt das einzige Erz aus welchem das Antimonium erhalten wird. Dieſes Erz wurde von den frühern Chemiſten eigentlich Antimonium genannt; und das daraus erhaltene Metall hieſs Regulus Antimonii **).

2. Das Protoxyde des Antimoniums verbindet ſich, wenn es geſchmolzen iſt, mit ſehr verſchiedenen Antheilen des ſchwefelhaltigen Antimoniums. Das dadurch erhaltene Produkt iſt halbdurchſichtig und hat eine bräunlich rothe Farbe; ſein Äuſseres hängt aber vorzüglich von dem Verhältniſs ſeiner Beſtandtheile ab. Beſtehet es aus ungefähr acht Theilen Antimoniumoxyde und einem Theile ſchwefelhaltigen Antimonium, ſo hat es eine rothe Farbe und iſt halbdurchſichtig. In dieſem Zuſtande nennt man es Spieſsglanzglas. Enthält es acht Theile Oxyde und zwei Theile ſchwefelhaltiges Antimonium, ſo iſt es undurchſichtig, und hat eine rothe Farbe, die ins Gelbe fällt. Dieſes iſt der officinelle Crocus metallorum (Metallſafran). Acht

Glas des Antimoniums.

*) Jour. de Phys. LV, 325.

**) Man bedient ſich des ſchwefelhaltigen Antimoniums zuweilen, um andere Metalle vom Golde zu trennen. Wird es mit Golde erhitzt, ſo nimmt es alle andre Metalle hinweg, während ſich ein Theil des Antimoniums mit dem Golde verbindet. Dieſen Antheil ſchafft man dadurch hinweg, daſs man das Gold mit Salpeter einem heftigen Feuer ausſetzt. Dieſe Eigenſchaft des ſchwefelhaltigen Antimoniums veranlaſste die Alchemiſten es den Wolf zu nennen: quia ferocia sua omnia metalla praeter leonem h. e. aurum, absumit. Homeri Poppii Basilica Antimonii C. I.

Theil Oxyde und vier Theile ſchwefelhaltiges Antimonium bilden eine undurchſichtige Maſſe von dunkelrother Farbe; dieſe iſt die officinelle Spießglanzleber*).

Erhitzt man Schwefel mit irgend einem der Oxyden des Antimoniums, ſo werden dieſe, wenn der Schwefel in hinreichender Menge vorhanden iſt, reducirt. Iſt die Menge hiezu zu gering, ſo desoxydirt ſie einen Theil deſſelben, verbindet ſich damit, und das dadurch gebildete ſchwefelhaltige Antimonium vereinigt ſich mit dem übrigen Oxyde, das ſtets in Protoxyde verwandelt wird. Dieſes iſt der Grund, warum man dieſe Zuſammenſetzungen auf ſehr verſchiedenem Wege erhalten kann.

Das Spießglanzglas wird gewöhnlich auf die Art bereitet, daß man gepulvertes ſchwefelhaltiges Antimonium in einem offenen Gefäße eine beträchtliche Zeit hindurch der Einwirkung einer gelinden Hitze ausſetzt. Durch dieſes Verfahren, welches man röſten nennt, wird der größte Theil des Schwefels verflüchtigt, und das Metall in Protoxyde verwandelt. In dieſem Zuſtande ſchüttet man es in einen Schmelztiegel, und ſchmilzt es bei einer raſchen Hitze zu Glaſe. Wird das Röſten ſo lange fortgeſetzt, bis aller Schwefel entwichen iſt, ſo erhält man bloß eine dunkelgefärbte Schlacke; ſo wie aber eine geringe Menge Schwefel oder ſchwefelhaltiges Antimonium zugeſetzt wird, erhält man dieſe Zuſammenſetzung **). Das in den Apotheken befindliche Spießglanzglas iſt ſelten rein, ſondern enthält faſt immer,

*) Proust Jour. de Phys. LV, 534.
**) Bergm. Opusc. III, 166.

wie Vauquelin gezeigt hat *), ungefähr 0,09 Kieſelerde, die wahrſcheinlich von den Schmelztiegeln, in welchen die Ingredienzien zu dieſer Zuſammenſetzung geſchmolzen wurden, herrührt; denn in den Schmelztiegeln iſt eine beträchtliche Menge Kieſelerde befindlich.

Das Peroxyde des Antimoniums iſt völlig unfähig ſchwefelhaltiges Antimonium aufzulöſen, daher iſt es auch nicht zur Bereitung dieſes Glaſes anwendbar.

3. Miſcht und ſchmilzt man gleiche Theile Antimonium und Phosphorglas mit etwas Kohlenpulver zuſammen, ſo wird phosphorhaltiges Antimonium erhalten. Es hat eine weiße Farbe, iſt ſpröde, hat einen blättrigen Bruch, der eine Menge kleiner kubiſcher Facetten zeigt. Beim Schmelzen ſtößt dieſe Zuſammenſetzung eine grüne Flamme aus, und es wird weißes Oxyde des Antimoniums ſublimirt. Man erhält auch dann phosphorhaltiges Antimonium, wenn man Phosphor in ſchmelzendes Antimonium wirft ***).

IV. Das Antimonium verbindet ſich weder mit dem Stickſtoffe noch mit der Salzſäure.

Verbindungen des Antimoniums mit Metallen.

V. Mit den meiſten Metallen läßt ſich das Antimonium leicht zuſammenſchmelzen, allein von dem größeren Theil dieſer Gemiſche, iſt bis jetzt noch kein Gebrauch gemacht worden.

Mit Gold

1. Antimonium und Gold laſſen ſich durch Schmelzen mit einander verbinden. Das dadurch entſtehende Metallgemiſch iſt ſpröde, und von gelber Farbe. Die Alchemiſten ſchenkten dieſer Verbindung große Aufmerkſamkeit, indem

*) Ann. de Chim. XXXIV, 139.

**) Pelletier Ann. de Chim. XIII, 132.

indem ſie glaubten, man könne dadurch, daß man das Gold mit Antimonium zuſammenſchmilzt, und es dann reinigt, die Menge deſſelben vermehren *).

Hatchett fand, wenn er Antimonium in geſchmolzenes Gold warf, daß ein Theil des erſteren verflüchtigt wurde. Von 453 Theilen Antimonium die in 5307 Theile Gold eingetragen wurden, verſchwanden 93 Theile. Das übrigbleibende Gemiſch beſtand aus einem Theile Antimonium und 15 Theilen Gold. Es hatte eine ſchmutzige blaßgelbe Farbe, war ſpröde, auf dem Bruche aſchgrau von feinem Korn, und porcellanähnlichem Anſehn. Selbſt dann, wann die Menge des Antimoniums nicht mehr als $\frac{1}{1920}$ des Ganzen betrug, war die Miſchung ſpröde. Wird Gold in der Nachbarſchaft des Antimoniums geſchmolzen, ſo daß es die Dämpfe des letztern treffen, ſo wird es gleichfalls ſpröde.

Mit Platin. 2. Das Platin verbindet ſich leicht mit dem Antimonium. Das Gemiſch iſt ſpröde und ungleich leichter als Platin **). Das Antimonium läßt ſich in der Folge nicht völlig vom Platin abſcheiden.

Mit Silber. 3. Das Silber läßt ſich durch Schmelzen mit dem Antimonium vereinigen. Das Gemiſch iſt ſpröde, und ſein ſpecifiſches Gewicht iſt nach Gellerts Verſicherung ***) größer als die Rechnung angiebt.

---

*) Daher nannte man das Antimonium Balneum regale. Der Grund des hiebei ſtatt gefundenen Irrthums fällt in die Augen; ſie ſchieden nicht alles Antimonium, das ſich mit dem Golde vereinigt hatte, von letzterem ab; daher die Zunahme des Gewichts.

**) Dr. Lewis.

***) Metallurg. Chemie. S. 136.

Mit Queckſilber. 4. In der Kälte läßt ſich das Queckſilber mit dem Antimonium nicht amalgamiren. Miſcht man drei Theile Queckſilber mit einem Theile geſchmolzenen Antimonium, ſo erhält man ein weiches Amalgam, das ſich in kurzer Zeit von ſelbſt zerſetzt *). Gellert erhielt gleichfalls dieſes Amalgam.

Mit Kupfer. 5. Kupfer läßt ſich ohne Schwierigkeit mit Antimonium zuſammenſchmelzen †). Wenn dieſes Gemiſch aus gleichen Theilen beider Metalle beſtehet, ſo hat es eine ſchönviolette Farbe, und ſein ſpecifiſches Gewicht iſt größer als es durch Rechnung gefunden wird ††). Die Alchemiſten nannten dieſe Zuſammenſetzung Regulus Veneris.

Mit Eiſen. 6. Das Eiſen bildet mit dem Antimonium ein ſprödes hartes Gemiſch, deſſen ſpecifiſches Gewicht geringer iſt, als die Rechnung angiebt. Das Antimonium ſtört die magnetiſchen Eigenſchaften des Eiſens mehr, als die meiſten übrigen Metalle †††). Man erhält dieſes Gemiſch auch dadurch, daß man in einem Schmelztiegel zwei Theile ſchwefelhaltiges Antimonium mit einem Theile Eiſen zuſammenſchmelzt. Ehemals nannte man dieſes Gemiſch Regulus martialis.

Mit Zinn. 7. Das Gemiſch aus Zinn und Antimonium iſt weiß und ſpröde, ſein ſpecifiſches Gewicht iſt geringer als durch Rechnung gefunden wird *). Man bedient ſich deſſelben zu verſchiedenen Zwecken; vorzüglich zu den Platten in welche man die Noten ſticht **).

---

*) Wallerius.
†) Metall. Chemie. S. 141.
††) Ebend. S. 156.
†††) Ebend.
*) Gellert S. 136.
**) Fourcroy VI, 26.

Mit Blei. 8. Schmilzt man gleiche Theile Blei und Antimonium zuſammen, ſo erhält man ein poröſes, ſpródes Metallgemiſch. Drei Theile Blei und ein Theil Antimonium geben ein dichtes, ſtreckbares Gemiſch, das weit härter als Blei iſt. Zwölf Theile Blei und ein Theil Antimonium geben eine ſehr ſtreckbare Zuſammenſetzung, die an Härte das Blei bei weitem übertrifft. Sechszehn Theile Blei und ein Theil Antimonium geben ein Metallgemiſch, das ſich vom Blei nur in der Härte unterſcheidet. Aus dieſer Zuſammenſetzung werden die Lettern für die Buchdruckereien gemacht. Ihre Zähigkeit iſt ſehr groß *), und ihr ſpecifiſches Gewicht größer, als durch Rechnung gefunden wird **).

Mit Zink. 9. Die Verbindung zwiſchen Zink und Antimonium läßt ſich leicht bewerkſtelligen. Das Gemiſch iſt hart und ſpröde, und ähnelt in der Farbe dem Stahl. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt geringer, als durch Rechnung gefunden wird ***).

Mit Wismuth. 10. Das Antimonium bildet mit dem Wismuth ein ſprödes Metallgemiſch; mit dem Magneſium vereinigt es ſich nur unvollkommen. Die Zuſammenſetzungen, die es mit dem Nickel und Kobalt bildet, ſind noch nicht unterſucht worden.

Verwandſchaften. VI. Die Verwandſchaften des Antimoniums und ſeiner Oxyden ſind nach Bergmann folgende:

Antimonium.	Oxyden des Antimoniums.
Eiſen.	Salzſäure.
Kupfer.	Kleeſäure.

*) Muſchenbrök. **) Gellert S. 136. ***) Ebend.

Zinn.	Schwefelſäure.
Blei.	Salpeterſäure.
Nickel.	Weinſteinſäure.
Silber.	Milchzuckerſäure.
Wismuth.	Phosphorſäure.
Zink.	Zitronenſäure.
Gold.	Bernſteinſäure.
Platin.	Flußſäure.
Queckſilber.	Arſenikſäure.
Arſenik.	Milchſäure.
Kobalt.	Eſſigſäure.
Schwefel.	Boraxſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

Dreizehnter Abſchnitt.

Vom Tellurium.

Geſchichte. I. Das Tellurium macht den Beſtandtheil eines Erzes aus, das zu Mariahilf in den Gebirgen von Fatzbay unweit Zalathna in Siebenbürgen gefunden wird, eine blauweiße Farbe und metalliſchen Glanz hat. Lange war man über die eigentliche Beſchaffenheit deſſelben zweifelhaft. Zwar wußte man, daß in ihm etwas Gold enthalten ſey, ob aber das übrige Wismuth, Antimonium oder irgend eine andere Subſtanz ſey, war unentſchieden. Müller v. Reichenſtein unterſuchte es im Jahre 1782 *), und ſchloß

*) Born III, 468.

aus ſeinen Verſuchen, daß in dieſem Foſſil, welchem man den Namen Aurum problematicum, Aurum paradoxum, auch Aurum album gegeben hatte, ein von jedem andern verſchiedenes Metall befindlich ſey. Da er ſich auf ſeine Verſuche nicht verließ, ſo ſandte er eine Probe von dieſem Erze an Bergmann; ſie war aber zu klein, als daß dieſer berühmte Chemiſt die Streitfrage hätte entſcheiden können; doch mittelte er dieſes aus, daß das in dem überſchickten Foſſil enthaltene Metall kein Antimonium ſey. Müllers Verſuche ſchienen ſo befriedigend, daß Kirwan in der zweiten Ausgabe ſeiner Mineralogie, die im Jahre 1796 herauskam, es als ein eignes Metall unter dem Namen Sylvenit aufführte.

Klaproth machte eine Analyſe dieſes Erzes im Jahre 1798 bekannt. Durch ſie wurden Müllers Verſuche völlig beſtätigt *). Nach Klaproth macht das neue Metall 0,925 von den Beſtandtheilen jenes Erzes aus; von ihm erhielt es auch den Namen Tellurium, eine Benennung, welche die meiſten Naturforſcher angenommen haben. Gmelin unterſuchte das Erz im Jahre 1799 **), und erhielt dieſelben Reſultate wie Müller und Klaproth. Durch die Bemühungen dieſer Chemiſten ſind folgende Eigenſchaften an dieſem Metalle ausgemittelt worden.

Eigenſchaften. 1. Es hat eine bläulicht weiße Farbe, die das Mittel zwiſchen der des Zinnes und Bleies hält; ſein Gefüge iſt blättrig wie beim Antimonium; ſein Glanz iſt beträchtlich.

---

*) Crells chemiſche Ann. 1798. B. I. S. 91.

**) Crells chem. Ann. 1799. B. I. S. 275. und S. 365.

2. Die Härte deſſelben iſt noch nicht ausgemittelt worden. Nach Klaproth beträgt ſein ſpecifiſches Gewicht 6,115 *).

3. Es iſt ausnehmend ſpröde und läßt ſich zu Pulver ſtoßen.

4. Bei einer Temperatur, die etwas höher iſt, als die bei welcher Blei ſchmilzt, kommt es in Fluß. Wird die Hitze etwas verſtärkt, ſo fängt das Metall an zu kochen, verdunſtet und ſetzt ſich in glänzenden Tropfen in dem obern Theile der Retorte an, in welcher der Verſuch gemacht wird. Es iſt demnach nach dem Queckſilber und Arſenik das flüchtigſte unter den Metallen. Läßt man es langſam erkalten, ſo kryſtalliſirt es.

II. Vor dem Löthrohre auf der Kohle entzündet es ſich, brennt mit einer lebhaften blauen Flamme, die am Rande grün iſt. Das Metall verflüchtigt ſich ganz als ein weißer Dampf, der nach Klaproth einen dem Rettige ähnlichen Geruch verbreiten ſoll **).

Dieſer weiße Dampf iſt das Oxyde des Telluriums. Man erhält daſſelbe gleichfalls, wenn man das Metall in ſalpetriger Salzſäure auflöſt, und die Auflöſung mit einer beträchtlichen Menge Waſſer verdünnt. Es fällt hierauf ein weißes Pulver zu Boden, welches dieſes Oxyde iſt. Auch dadurch, daß man eine Auflöſung des Tellurs in Salpeterſäure

*) Müller fand es 6,343, wahrſcheinlich war aber das zum Verſuch gewählte Stück nicht rein.

**) Gmelin konnte dieſen Geruch nicht wahrnehmen. A. d. V. Ich habe mich bei Klaproth's Verſuchen mehrmals von dem charakteriſtiſchen Rettig-Geruch dieſes Dampfes überzeugt. A. d. U.

durch Kali, welches man der Auflöſung in kleinen Antheilen zuſetzt, fällt, wird dieſes Oxyde erhalten.

Dieſes Oxyde ſchmilzt leicht zu einer ſtrohfarbenen Subſtanz, welche ein ſtrahliges Gefüge hat. Knetet man es mit Oel zu einem Teige, und erhitzt man es im Kohlentiegel, ſo wird es ſo raſch reducirt, daß eine Art von Exploſion ſtatt findet.

Schwefelhaltiges Tellur. III. Das Tellur läßt ſich mit dem Schwefel leicht zuſammenſchmelzen. Dieſe Zuſammenſetzung hat eine bleigraue Farbe, und ein ſtrahliges Gefüge; auf glühenden Kohlen brennt ſie mit blauer Flamme.

Durch Reiben kann man das Tellur mit Queckſilber amalgamiren. Die übrigen Eigenſchaften dieſes Metalls ſind noch nicht unterſucht worden.

Vierzehnter Abſchnitt.

Vom Arſenik.

Geſchichte. I. Das Wort Arſenik (ἀρσενικον) kommt zuerſt in den Werken des Dioscorides und einiger andern Schriftſteller vor, die zu Anfang der chriſtlichen Zeitrechnung ſchrieben. Es bezeichnet dieſelbe Subſtanz, welche Ariſtoteles σανδαραχη *), und ſein Schüler Theophraſt αρρενικον genannt hat, die ein rothes, aus Arſenik und Schwefel beſtehendes Foſſil iſt, und welche die Alten zur Mahlerei und in der Arzneikunde brauchten.

*) Plinius ſcheint einen Unterſchied zwiſchen Sandarach und Arſenik zu machen. Plin. Hist. nat. Lib. XXXIV. C. 18.

Des weißen Arſenikoxyde, oder derjenigen Subſtanz, welche unter dem Namen des Arſeniks im Handel vorkommt, erwähnt Avicenna im eilften Jahrhunderte. Das iſt übrigens unbekannt, wenn man zuerſt das Arſenik metalliſch aus dieſem Oxyde abgeſchieden hat. Paracelſus ſcheint dieſes Metall gekannt zu haben, und in Schröders Pharmakopée, welche im Jahre 1694 erſchienen iſt *), befindet ſich ein Proceß, daſſelbe darzuſtellen. Allein erſt im Jahre 1733 wurde dieſes Metall mit chemiſcher Genauigkeit unterſucht. Die Verſuche, welche Brandt anſtellte, zeigten die eigenthümliche Beſchaffenheit dieſer Subſtanz, und ſeit dieſer Zeit iſt es ſtets als ein eignes Metall anerkannt worden, welchem man den Namen Arſenik gegeben hat. Macquer beſchäftigte ſich im Jahre 1746 **), Monnet im Jahre 1773 ***), und Bergmann im Jahre 1777 †), mit genauerer Unterſuchung der Eigenſchaften dieſes Metalls. Den Bemühungen dieſer Naturforſcher, ſo wie denen von Scheele verdanken wir das meiſte, was wir von dieſem Gegenſtande wiſſen.

Eigenſchaften. 1. Das Arſenik hat eine bläulicht weiße Farbe, welche der des Stahls nicht unähnlich iſt, und ziemlich viel Glanz. Kalt bemerkt man kaum einen Geruch an demſelben, wird es aber erwärmt, ſo verbreitet es einen ſtarken Geruch nach Knoblauch, der ſehr karakteriſtiſch iſt.

2. Seine Härte übertrifft kaum 5 ††), ſein ſpecifiſches Gewicht iſt gleich 8,31 †††).

---

*) Bergm. Opusc. II, 278.

**) Mem. Par. 1746. p. 223 et 1748. p. 35.

***) Sur l'Arsenic. †) Scheele. ††) Opusc. II, 272.

†††) Ebend.

Das Arſenik iſt vielleicht das ſprödeſte unter allen Metallen, indem es bei einem mäßigen Hammerſchlage in Stükken ſpringt, und ſich in einem Mörſer leicht zu Pulver ſtoßen läßt.

4. Die Temperatur, bei welcher das Arſenik in Fluß kommt, iſt noch nicht ausgemittelt worden, indem es, wenn es in verſchloſſenen Gefäßen einer Hitze von 540° ausgeſetzt wird, ſublimirt wird. Wenn es langſam ſublimirt wird, ſo kryſtalliſirt es in Tetraëdern, welches nach Hauy die Geſtalt ſeiner integrirenden Theile iſt.

II. Man kann das Arſenik unter Waſſer aufbewahren, ohne daß es Veränderung erleidet; allein an der freien Luft verliert es bald ſeinen Glanz, wird ſchwarz, und zerfällt zu Pulver.

Es verbindet ſich mit zwei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff, und bildet zwei Zuſammenſetzungen, die man das Protoxyde und Peroxyde des Arſeniks nennen könnte, wenn ſie nicht in mehreren Eigenſchaften mit den Säuren übereinkämen.

Protoxyde. 1. Setzt man das Arſenik unter dem Zutritte der Luft einer mäßigen Hitze aus, ſo ſublimirt es ſich als ein weißes Pulver, und ſtößt zu gleicher Zeit einen knoblauchartigen Geruch aus. Wird die Hitze verſtärkt, ſo entzündet es ſich, und brennt mit einer dunkel bläulichten Flamme. Das Arſenik gehört überhaupt zu den verbrennlichſten Metallen.

Diejenige Subſtanz welche ſich ſublimirt hat, wurde ehedem Arſenik oder weißer Arſenik genannt, und kommt unter dieſen Nahmen noch jetzt im Handel vor. Sie iſt eine Verbindung des Arſeniks mit Sauerſtoff, und führt in der wiſſenſchaftlichen Nomenklatur den Nahmen des wei-

ßen Arſenikoxyde. Fourcroy nennt ſie arſenichte Säure, weil ſie ſich in mehreren Eigenſchaften den Säuren nähert. Da dieſes Oxyde in der Natur angetroffen wird, ſo wird es ſelten von den Chemiſten bereitet; häufig erhält man es bei der Ausſcheidung andrer Metalle aus ihren Erzen *).

Wird es durch dieſe Verfahrungsarten erhalten, ſo erſcheint es als eine weiße, ſpröde, dichte Subſtanz, die ein glaſiges Anſehn hat. Der Geſchmack dieſes Oxyde iſt anfänglich ſcharf und herbe, zuletzt bleibt ein ſüßlicher Nachgeſchmack zurück. Es iſt eines der wirkſamſten Gifte. Sein Geruch iſt knoblauchartig. Bei einer Temperatur von 60° löſen 80 Theile Waſſer einen Theil deſſelben auf, von kochendem Waſſer ſind nur 15 Theile erforderlich **). Dieſe Auflöſung hat einen herben Geſchmack, und röthet blaue Pflanzenfarben. Wird ſie langſam verdunſtet, ſo kryſtalliſirt das Oxyde in Tetraëdern. Bei einer Temperatur von 283° wird das weiße Oxyde des Arſeniks verflüchtigt. Erhitzt man es in verſchloſſenen Gefäßen, ſo wird es durchſichtig wie Glas; an der freien Luft erhält es aber bald ſein voriges Anſehn. Das ſpecifiſche Gewicht dieſes Glaſes iſt 5,000; das von dem Oxyde im gewöhnlichen Zuſtande 3,706 ***). Man kann dieſes Oxyde mit den meiſten Metal-

---

*) Das weiße Arſenikoxyde kommt zwar hin und wieder in der Natur vor, allein keinesweges in ſo großer Menge, daß man einen Gebrauch davon machen könnte. Der Chemiſt bereitet es freilich ſelten, weil es als Kunſtprodukt, aber nicht natürlich in großer Menge bei dem Röſten der Kobalterze erhalten wird. Anm. d. Ueberſ.

**) Bergm. II, 291.

***) Ibid. II, 286.

len verbinden, die im allgemeinen dadurch ſpröde werden. Nach Prouſt's Verſuchen, enthalten hundert Theile deſſelben:

75,2	Arſenik
24,8	Sauerſtoff
100,0 *).	

Peroxyde oder Arſenikſäure. 2. Dieſes Oxyde kann ſich mit einem neuen Antheile Sauerſtoff verbinden, und eine andre Zuſammenſetzung liefern, welche Scheele entdeckt hat, und die den Nahmen der Arſenikſäure führt. Um ſie zu bereiten giebt Scheele folgende Vorſchrift. Man löſe drei Theile weißes Arſenikoxyde in ſieben Theilen Salzſäure auf, ſetze zur Auflöſung fünf Theile Salpeterſäure, bringe die Miſchung in eine Retorte, und deſtillire ſo lange, bis alle Flüſſigkeit übergegangen iſt. Die trockne Maſſe wird bis zum Rothglühen erhitzt, worauf man ſie erkalten läßt. Sie iſt trockne Arſenikſäure. Buchholz hat kürzlich gezeigt, daß es unnöthig ſey, ſoviel Salzſäure als Scheele vorſchreibt, zu dieſem Verſuche zu verwenden. Die Vorſchrift welche er für die zweckmäßigſte hält, iſt nachſtehende. Man macht eine Miſchung aus zwei Theilen Salzſäure deren ſpecifiſches Gewicht 1,200; acht Theilen weißem Arſenikoxyde und vier und zwanzig Theilen Salpeterſäure deren ſpecifiſches Gewicht 1,25 iſt. Dieſe Miſchung wird in einem Schmelztiegel bis zur Trockene verdunſtet, und die trockene Maſſe bis zum ſchwachen Rothglühen erhitzt **).

*) Jour. de Phys. LIII, 94. Daſſelbe Verhältniß der Beſtandtheile fand Roſe. Nach Richter enthalten 100 Theile weißes Arſenikoxyde: 86,86 Arſenikmetall; 13,14 Sauerſtoff.
Anm. d. Ueberſ.

**) Allgem. Jour. der Chemie. B. IX. S. 397 ff.

Die ſo bereitete Säure hat wenn ſie trocken iſt, keinen ſehr ſtrengen Geſchmack; wird ſie aber in Waſſer aufgelöſt, ſo ſchmeckt ſie ausnehmend ſauer, und bleibt ſelbſt dann flüſſig, wenn ſie bis zur Konſiſtenz einer Gallerte verdunſtet worden. Sie iſt dem thieriſchen Körper eben ſo nachtheilig, als das weiße Oxyde des Arſeniks. Prouſt fand in hundert Theilen derſelben:

65,4 Arſenik
34,6 Sauerſtoff
100,0

Mit dieſer Angabe ſtimmen die von Buchholz erhaltenen Reſultate ſehr gut*).

Die übrigen Eigenſchaften dieſer beiden Verbindungen des Arſeniks mit dem Sauerſtoffe ſollen in dem Abſchnitte, der von den Säuren handelt, erörtert werden.

---

*) Auch Roſe fand das Verhältniß der Beſtandtheile in der Arſenikſäure mit Prouſt übereinſtimmend. Nach Richter ſind 100 Theile Arſenikſäure zuſammengeſetzt, aus: 74,09 Arſenik, 25,91 Sauerſtoff.

Richter glaubt noch einen dritten mittleren Grad der Oxydation bei dem Arſenik annehmen zu müſſen. Wenn er geglühete Arſenikſäure in Waſſer auflöſte, ſo bemerkte er, daß ſich ein weißes lockeres Pulver abſchied, welches ſich in ſeinen Eigenſchaften dem weißen Arſenikoxyde näherte, doch nicht ganz ſo flüchtig wie dieſes war. Wahrſcheinlich findet aber hier ein Irrthum ſtatt. Der Arſenikſäure wurde durch das Glühen ein Theil ihres Sauerſtoffes entzogen, und dadurch ein Theil derſelben in weißes Arſenikoxyde verwandelt. Auch führt Richter keinen entſcheidenden Verſuch an, wodurch die Eigenthümlichkeit dieſer Subſtanz bewährt wird.

Da übrigens die Arſenikſäure durch anhaltendes Glühen ganz in dieſe Subſtanz verwandelt werden kann, ſo muß man das Glühen der Arſenikſäure, wenn man ihr den Waſſergehalt entziehen will, nicht weiter treiben, als bis die Maſſe gefloſſen iſt.

Anm. d. Ueberſ.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. Das Arſenik verbindet ſich weder mit dem Kohlenſtoff noch Waſſerſtoff. Dieſe letzte Subſtanz löſet es jedoch auf, wenn ſie ſich im gasförmigen Zuſtande befindet.

Arſenikhaltiges Waſſerſtoffgas. Scheele war der erſte welcher das arſenikhaltige Waſſerſtoffgas bei ſeinen Verſuchen über die Arſenikſäure entdeckte. Es entwickelte ſich, als er Arſenikſäure mit Zink digerirte *).

Prouſt erwähnt dieſes Gaſes bei Gelegenheit ſeiner Verſuche über das Zinn. Tromsdorf hat aber kürzlich ſeine Eigenſchaften unterſucht, und daſſelbe einer Analyſe unterworfen **). Das Weſentlichſte ſeiner Verſuche iſt Folgendes.

Bildung deſſelben. Man kann dieſes Gas auf verſchiedenen Wegen erhalten. Wird z. B. Salzſäure mit Arſenik gekocht, ſo wird das Metall allmählich oxydirt und aufgelöſt; zu gleicher Zeit wird arſenikhaltiges Waſſerſtoffgas entbunden. Nach Tromsdorf iſt das zweckmäßigſte Verfahren dieſes, daß man verdünnte Schwefelſäure auf vier Theile granulirtes Zink und einen Theil Arſenik gießt.

Eigenſchaften. Dieſes Gas hat einen knoblauchartigen Geruch, wird vom Waſſer nicht abſorbirt, und verändert die Farbe der Lackmus-Tinktur nicht. Brennende Subſtanzen verlöſchen in demſelben; das thieriſche Leben zerſtört es. Ein franzöſiſcher Kubikzoll wiegt 0,2435 Gran (ich vermuthe, daß Tromsdorf ſich des franzöſiſchen Gewichts bedient habe), dem zufolge würden 100 engliſche Kubikzoll 16,4 Gran

---

*) Scheele phyſ. chem. Schriften. B. II. S. 136.

**) Nicholson's Journal VI, 209.

Troy Gewicht, oder etwas mehr als halb ſo viel als eine gleiche Menge athmosphäriſcher Luft wiegen. Tromsdorf ſagt: es ſey ſchwerer als ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas; er muß aber wohl kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas meinen.

Dieſes Gas wird weder von der athmosphäriſchen Luft, noch vom Stickgaſe, und Waſſerſtoffgaſe verändert. Mit Salpetergas erleidet es eine Verminderung ſeines Volumens gleich 0,02. Mit gasförmiger oxydirter Salzſäure vermiſcht, erfolgt gleichfalls eine Verminderung des Volumens, und es werden Arſenikkryſtalle abgeſetzt, die bei einem Zuſatze von einer größern Menge oxydirter Salzſäure, allmählig oxydirt werden. Während dieſer Einwirkung wird Waſſer gebildet. Schwefelhaltiges Waſſerſtoffgas verändert das arſenikhaltige Waſſerſtoffgas nicht; wird aber der Miſchung gasförmige oxydirte Salzſäure zugeſetzt, ſo wird ſchwefelhaltiges Arſenik (Opperment) abgeſchieden.

Es brennt mit einer blauen Flamme; iſt die Mündung der Flaſche eng, ſo wird Arſenik abgeſetzt. Mit Sauerſtoffgas explodirt es, und es wird Arſenikſäure gebildet Nach Trommsdorf beſtehet dieſes Gas aus:

Beſtandtheile.

363 Theilen Waſſerſtoff,
2082 —— Arſenik,
2445,

oder im Hundert aus:

14,8 Waſſerſtoff.
85,2 Arſenik.
100,0.

Ich leugne nicht, daß mir dieſe Beſtimmung unverſtänd-

lich iſt, und vermuthe, daß hier ein Druckfehler ſtatt findet *).

---

*) Tromsdorf giebt (Journal der Pharmacie B. XII. St. I. S. 14 ff.) das ſpecifiſche Gewicht dieſer Gasart bei einem Barometerſtande von 28 Zoll, und einer Temperatur von 10° Reaum. gleich 0,5292 an, das der athmosphäriſchen Luft gleich 1,0000 geſetzt. Ein Kubikzoll (Altfranz.) wiegt 0,2435 fr. Gr.; oder ein Kubikzoll rheinländ.: 0,1869 Gran deutſches Medicinalgewicht. Aus dieſer Beſtimmung geht hervor, daß dieſes Gas leichter iſt, als Sauerſtoffgas, Stickgas, die athmosphäriſche Luft, das kohlenſaure Gas, das Salpetergas, das gasförmige Ammonium und das gasförmige Kohlenoxyde, ſchwerer als Waſſerſtoffgas und gasförmige ſchweflichte Säure.

Wenn der Verfaſſer im Texte ſagt, Tromsdorf könne unmöglich ſagen, dieſes Gas ſey ſchwerer, als ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas, und daß es wohl kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas heißen ſoll, ſo iſt wahrſcheinlich ein Fehler des Ueberſetzers daran Schuld (denn Thomſon entlehnte ſeine Nachricht aus Nicholson's Jour. VI, 200.), der gasförmige ſchweflichte Säure und ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas verwechſelt hat.

Was die Beſtimmung der verhältnißmäßigen Menge der Beſtandtheile in dieſer Gasart betrifft, von welcher der Verfaſſer ſagt, er verſtehe ſie nicht, und wo er einen Druckfehler vermuthet, ſo diene dieſes zur Erläuterung:

Tromsdorf ſetzt voraus, es finde bei der Verbindung des Arſeniks mit dem Waſſerſtoffgaſe keine Veränderung des Volumens ſtatt, und ſchließt dem gemäß folgendermaßen:

Ein Kubikzoll reines Waſſerſtoffgas wiegt	0,0353 Gr.	franz. Gewicht und Maaß.
Ein Kubikzoll Arſenikwaſſerſtoffgas wiegt	0,2435 Gr.	
Die Differenz beider iſt demnach	0,2082 Gr.	

Dieſe 0,2082 werden für die Menge des aufgelöſten Arſeniks angenommen; folglich wäre ein Kubikzoll Arſenikwaſſerſtoffgas aus 0,0353 Waſſerſtoff und 0,2082 Arſenik dem Gewichte nach zuſammengeſetzt, oder hundert Theile dem Gewichte nach enthielten:

Wird Salpeterſäure in ein mit dieſer Gasart angefülltes Gefäß geſchüttet, ſo erfolgt eine Detonation. Tropfbarflüſſige oxydirte Salzſäure verwandelt es in Waſſerſtoffgas. Bedient man ſich zu dem Verſuche der Schwefelſäure, ſo überzieht eine Rinde von Arſenik unmittelbar das Gefäß. Beim Schütteln verwandelt ſich die Rinde in ein bräunlich ſchwarzes Pulver; das Volumen des Gaſes wird vermindert, und der Rückſtand iſt Waſſerſtoffgas. Die Säure enthält ſchweflichte Säure und Arſenikſäure. Dieſer ſonderbare Verſuch verdient wiederhohlt zu werden. Das Gas fällt mehrere metalliſche Auflöſungen, die des Silbers und Goldes im metalliſchen Zuſtande.

Es äußert wenig Wirkung auf die Alkalien, Oele und den Alkohol.

Schwefelhaltiges Arſenik. Der Schwefel verbindet ſich leicht mit dem Arſenik. Schüttet man eine Miſchung aus dieſen beiden Subſtanzen in einen Schmelztiegel, und erhitzt man ſie ſo lange, bis ſie zu einer rothen glaſigen Maſſe ſchmilzt, ſo iſt dieſelbe ſchwefelhaftiges Arſenik. Auch dadurch, daß man weißes Arſenikoxyde oder Arſenikſäure mit Schwefel der Einwirkung des Feuers ausſetzt, wird dieſe Zuſammenſezzung erhalten. In dieſem Falle abſorbirt aber ein Theil des

Schwefels

14,5 Waſſerſtoff.
85,5 Arſenik.
100,0.

Dieſe Beſtimmung des Verhältniſſes der Beſtandtheile hat aber keinen wiſſenſchaftlichen Werth, weil die Vorausſetzung, auf der ſie beruhet, die Analogie gegen ſich hat, und ſonſt durch nichts bewieſen iſt. Anm. d. Ueberſ.

Schwefels den Sauerſtoff des Arſeniks, und entweicht als gasförmige ſchweflichte Säure *).

1. Realgar. Dieſes ſchwefelhaltige Arſenik wird in vielen Gegenden natürlich gefunden. Gewöhnlich nennt man es Realgar. Es hat eine ſcharlachrothe Farbe, und iſt oft in durchſichtigen Prismen kryſtalliſirt. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 3,225 **). Es iſt ohne Geſchmack, und der thieriſchen Oekonomie nicht ſo nachtheilig, als die Oxyden des Arſeniks, ungeachtet es nach Macquers Verſicherung gleichfalls giftig iſt. Man bedient ſich deſſelben zuweilen als Mahlerfarbe. Nach Weſtrumb enthalten hundert Theile dieſer Zuſammenſetzung 80 Arſenik und 20 Schwefel ***).

2. Opperment. 3. Wird das weiße Arſenikoxyde in Salzſäure aufgelöſt, und eine Auflöſung des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffes in Waſſer, in die Flüſſigkeit gegoſſen, ſo fällt ein ſchön gelbes Pulver zu Boden, dieſes Pulver wird gewöhnlich Opperment genannt. Es wird gleichfalls erhalten, wenn Arſenik und Schwefel bei einem Feuersgrade, der zum Schmelzen dieſer Ingredienzien nicht hinreicht, ſublimirt werden. Dieſe Subſtanz kommt häufig in der Natur vor. Sie beſtehet aus dünnen Blättern welche einen großen Grad von Biegſamkeit haben. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 5,315. Mehrere Chemiſten vermutheten, daß der Unterſchied zwiſchen dem Realgar und Opperment nur darin beſtehe, daß letzteres eine geringere Menge Schwefel enthalte; andre glaubten, daß das Arſenik in demſelben im Zuſtande

*) Proust Jour. de Phys. LIII, 94.

**) Bergmanni Opusc. II, 298.

***) Crells chem. Annalen 1785. B. I. S. 299.

eines Oxyde befindlich ſey, noch andre nahmen in ihm den ſchwefelhaltigen Waſſerſtoff als Beſtandtheil an. Allein Prouſt hat gezeigt, daß wenn das Opperment ſtark genug erhitzt wird, es ſchmelze, ohne daß ſich ein Gas entwickele, und daß es beim Erkalten völlig das Anſehn vom Realgar erhalte *). Hieraus ergiebt ſich, daß der Realgar gleichfalls ſchwefelhaltiges Arſenik ſey, und daß ſich beide Zuſammenſetzungen nur durch ihren Aggregat-Zuſtand von einander unterſcheiden; oder daß vielleicht im Opperment etwas Waſſer enthalten ſey, welches daſſelbe durch Schmelzen verliert. Sage hat die Bemerkung gemacht, daß wenn der Realgar einige Zeit dem Lichte ausgeſetzt wird, er die gelbe Farbe des Opperments annehme **).

Phosphorhaltiges Arſenik. 4. Das Arſenik verbindet ſich leicht mit dem Phosphor. Dieſe Zuſammenſetzung läßt ſich durch Deſtillation gleicher Theile dieſer Ingredienzien bei einem mäßigen Feuer bewirken. Das phosphorhaltige Arſenik iſt ſchwarz und glänzend, und muß unter Waſſer aufbewahrt werden. Man kann es gleichfalls darſtellen, wenn man gleiche Theile Phosphor und Arſenik in eine hinreichende Menge Waſſer ſchüttet, und die Miſchung einige Zeit lang mäßig erwärmt ***).

IV. Das Arſenik verbindet ſich weder mit dem Stickgas, noch mit der Salzſäure, auch wird es durch die Einwirkung dieſer Säure nur ſchwer oxydirt.

Verbindungen des Arſeniks. V. Mit den meiſten Metallen läßt ſich das Arſenik vereinigen: es macht ſie in der Regel ſpröder und leichtflüſſiger.

---

*) Jour. de Phys. LIII, 94. **) Ibid. LVI, 55.
***) Pelletier Anc. de Chim. XIII, 139.

Mit Gold. 1. Schmelzendes Gold nimmt nach Bergmann *) $\frac{1}{80}$ Arſenik auf. Das Gemiſch iſt ſpröde, blasgelb und ungleich härter als Gold.

Hatchett fand, daß wenn er 453 Theile Arſenik in 5307 Theile im Fluß ſtehendes Gold warf, daß das Arſenik bis auf 6 Theile verflüchtigt wurde. Das Gemiſch beſtand demnach aus ungefähr einem Theile Arſenik gegen 900 Theile Gold. Es hattte die Farbe des Goldes, war ſpröde, bog ſich aber doch vorher etwas, ehe es zerſprang. Wird Gold bei der Rothglühhitze den Dämpfen des Arſeniks ausgeſetzt, ſo verbinden ſich beide Metalle, bilden ein ſehr ſchmelzbares Gemiſch, das ſo wie es entſteht, herabtröpfelt. Dieſes Gemiſch hat eine graue Farbe, iſt ſehr ſpröde und beſtehet aus ungefähr 240 Theilen Gold gegen einen Theil Arſenik. Das Arſenik läßt ſich durch die Hitze nicht leicht vom Golde ſcheiden.

Mit Platin. 2. Das Gemiſch des Arſeniks mit dem Platin iſt ſpröde, und ſehr leichtflüſſig. Scheffer war der erſte, welcher daſſelbe gemacht hat. Das Arſenik läßt ſich durch Hitze abſcheiden. Durch Zuſammenſchmelzen des Platins mit dem weißen Oxyde des Arſeniks, läßt ſich dieſes ſo ſchwer zu bearbeitende Metall zu Geräthen formen. Dieſe Miſchung wird nach dem Schmelzen rothglühend zu Stangen gehämmert. Das Arſenik wird allmählich verflüchtigt, und nimmt die meiſten fremden Metalle mit, durch die es etwa verunreinigt ſeyn könnte. Das Platin iſt alsdann hinreichend ſtreckbar, um verarbeitet werden zu können.

Mit Silber. 3. Im Fluß ſtehendes Silber nimmt $\frac{1}{14}$ Arſe-

---

*) Bergm. Opusc. II, 281.

nik auf *). Dieſes Gemiſch iſt ſpröde, von gelber Farbe, und keinem Nutzen.

Mit Queckſilber. 4. Das Queckſilber läßt ſich mit dem Arſenik dadurch amalgamiren, daß man eine Miſchung aus beiden unter ſtetem Umrühren einige Zeit auf dem Feuer hält. Das Amalgam hat eine graue Farbe, und beſtehet aus fünf Theilen Queckſilber und einem Theile Arſenik **).

Mit Kupfer. 5. Das Kupfer läßt ſich mit dem Arſenik in einem verſchloſſenen Schmelztiegel verbinden; man muß überdieß die Oberfläche mit Kochſalz bedecken, um zu verhindern, daß durch den Zutritt der Luft das Arſenik nicht oxydirt werde. Dieſes Gemiſch iſt weiß und ſpröde, und wird zu mancherlei Zwecken verwendet; gewöhnlich ſetzt man ihm noch etwas Zinn oder Wismuth zu. Es iſt unter dem Nahmen des weißen Kupfers oder weißen Tombaks bekannt. Iſt die Menge des Arſeniks gering, ſo iſt die Miſchung ſowohl ſtreckbar als biegſam.

Mit Eiſen. 6. Eiſen und Arſenik laſſen ſich zuſammenſchmelzen. Das Gemiſch iſt weiß, ſpröde und kryſtalliſirbar. Es kommt häufig in der Natur vor, und führt bei dem Mineralogen den Nahmen Miſpickel. Das Eiſen kann ſich mit mehr als der Hälfte Arſenik dem Gewichte nach verbinden ***).

Mit Zinn. 7. Das durch Zuſammenſchmelzen des Arſeniks mit Zinn erhaltene Metallgemiſch iſt weiß, härter, klingender als Zinn, und ſpröde: es ſey dann, daß die Menge des Arſeniks ſehr gering wäre. Ein Gemiſch welches aus 15 Theilen Zinn, und einem Theile Arſenik beſtehet, kryſtalli-

*) Bergm. Opusc. II, 281. **) Ibid. ***) Ibid.

ſirt wie das Wismuth in breiten Blättern; es iſt ſpröder als Zink, und ſtrengflüſſiger als Zinn. Der Arſenik läßt ſich dadurch abſcheiden, daß man das Gemiſch lange Zeit beim Zutritte der athmosphäriſchen Luft erhitzt *).

Mit Blei. 8. Blei und Arſenik laſſen ſich durch Zuſammenſchmelzen mit einander vereinigen. Das Gemiſch iſt ſpröde, hat eine dunkle Farbe und beſtehet aus Blättern. Blei nimmt $\frac{1}{6}$ dem Gewichte nach vom Arſenik auf **).

Mit Nickel. 9. Das Nickel verbindet ſich leicht mit dem Arſenik, ja man findet erſteres ſelten, ohne daß es mehr oder weniger mit letzterem Metalle verunreinigt wäre. Dieſe Zuſammenſetzung fällt etwas ins Röthliche, iſt beträchtlich hart, und hat ein ſpecifiſches Gewicht, das geringer iſt als die Rechnung angiebt. Es iſt nicht magnetiſch, das Arſenik beſitzt die ſonderbare Eigenſchaft durch ſeine Beimiſchung die magnetiſche Kraft des Eiſens, überhaupt aller Metalle die magnetiſch gemacht werden können, aufzuheben.

Mit Zink. 10. Wird eine Miſchung aus Zink und weißem Arſenikoxyde deſtillirt, ſo verbinden ſich beide Metalle ***). Dieſes Metallgemiſch beſtehet nach Bergmann aus vier Theilen Zink, und einem Theile Arſenik.

Mit Antimonium. 11. Das Antimonium bildet mit dem Arſenik ein Metallgemiſch welches äußerſt ſpröde, hart und leichtflüſſig iſt. Nach Bergmann beſtehet es aus ſieben Theilen Antimonium und einem Theile Arſenik.

Mit Wismuth. 12. Wismuth läßt ſich mit ungefähr $\frac{1}{15}$ Arſenik dem Gewichte nach verbinden †), allein man

---

*) Bayen. **) Bergmann. ***) Malouin.
†) Bergm. Opusc. II, 281.

hat die Eigenſchaften dieſes Gemiſches bis jetzt noch nicht untersucht.

Verwandſchaften. VI. Die Verwandſchaften des Arſeniks und ſeiner Oxyden giebt Bergmann in folgender Ordnung an.

Arſenik.	Oxyden des Arſeniks.
Nickel.	Salzſäure.
Kobalt.	Kleeſäure.
Kupfer.	Schwefelſäure.
Eiſen.	Salpeterſäure.
Silber.	Weinſteinſäure.
Zinn.	Phosphorſäure.
Gold.	Flußſäure.
Platin.	Milchzuckerſäure.
Zink.	Bernſteinſäure.
Antimonium.	Zitronenſäure.
Schwefel.	Milchſäure.
Phosphor.	Arſenikſäure.
	Eſſigſäure.
	Blauſäure.

Funfzehnter Abſchnitt.

Vom Kobalt.

Geſchichte. Seit dem funfzehnten Jahrhunderte bediente man ſich in verſchiedenen Ländern Europens um das Glas blau zu färben, eines Foſſils welches Kobalt *) genannt wurde.

*) Das Wort Kobalt ſcheint von Cobalus abzuſtammen. Letzteres war der Name eines Geiſtes, welcher, den abergläubi-

Die Natur dieſes Foſſils war bis zum Jahre 1733 wo Brandt daſſelbe unterſuchte, völlig unbekannt. Dieſer berühmte ſchwediſche Scheidekünſtler, erhielt aus demſelben ein Metall, dem er den Nahmen Kobalt gab *). Bergmann beſtätigte und erweiterte die von Brandt gemachte Entdeckung in mehreren Abhandlungen, welche er im Jahre

---

ſchen Begriffen jener Zeiten zufolge, in den Bergwerken ſein Weſen trieb, die Arbeiten der Bergleute zerſtörte, und ſie auf mannigfaltige Art neckte. Wahrſcheinlich gaben die Bergleute dieſem Foſſil aus Scherz den Namen Kobalt, weil es eben ſo oft als jener Geiſt ihre Erwartungen täuſchte, indem es falſche Hoffnungen erregte, und ihre Arbeit oft fruchtlos machte; denn da man anfänglich von demſelben keinen Gebrauch zu machen verſtand, ſo wurde es als unnütz auf die Seite geworfen. Ehemals war es in Deutſchland gebräuchlich, in das Kirchengebet folgende Stelle einzurücken, Gott möge die Bergleute und ihre Arbeiten vor Kobolten und Geiſtern bewahren. Beckmanns Geſchichte der Erfindungen II, 362.

Matheſius ſagt in ſeiner zehnten Predigt, wo er von Cadmia fossilis (wahrſcheinlich Kobalterz) redet: Ihr Bergleute nennt es Kobolt: Die Deutſchen nennen den Teufel und des Teufels Huren und Hexen, die durch ihre Zauberei Menſchen und Vieh Schaden thun, alte ſchwarze Kobel.

Lehmann, Paw, Delaval und andre Naturforſcher behaupten, daß den Alten die Smalte (ein mit Glas zuſammengeſchmolzenes und gepulvertes Kobaltoxyde) bekannt geweſen ſey, und daß ſie ſich derſelben zum Färben des blauen Glaſes, das man noch unter den Ueberreſten des Alterthums findet, bedient haben. Gmelin, der mehrere Stücke von dieſem Glaſe analyſirt hat, hat aber gezeigt, daß die Farbe derſelben nicht von Kobalt, ſondern von Eiſen herrühre.

Nach Lehmann bediente ſich Chriſtoph Schurer, ein Glasmacher zu Platten, um das Jahr 1540 zuerſt der Kobalterze zum Blaufärben des Glaſes.

*) Acta Upsal 1733 et 1742.

1780 bekannt machte *). Die von Bergmann gemachten Erfahrungen erhielten gar keine Zuſätze, bis im Jahre 1798 Taſſaert eine Abhandlung über dieſes Metall herausgab **). Im Jahre 1800 wurde eine Reihe neuer Verſuche in der Ecole des Mines zu Paris in der Abſicht angeſtellt, um dieſes Metall völlig rein darzuſtellen und ſeine Eigenſchaften in dieſem Zuſtande zu unterſuchen ***). Hierzu kommen die Verſuche von Thenard, die er 1802 bekannt machte; ſie verbreiten vorzüglich Licht über die Verbindung dieſes Metalls mit dem Sauerſtoffe †).

Eigenſchaften. 1. Das Kobalt hat eine graue, etwas ins Röthliche fallende Farbe, und beſitzt keinen außerordentlichen Glanz. Sein Gefüge iſt nach dem Feuersgrade, deſſen man ſich beim Schmelzen deſſelben bediente, verſchieden. Zuweilen beſtehet es aus Blättern, zuweilen aus Körnern; zuweilen aus dünnen mit einander verbundenen Faſern ††). Es hat kaum einigen Geruch und Geſchmack.

2. Seine Härte iſt 6. Sein ſpecifiſches Gewicht nach Bergmann und der Ecole des Mines zu Paris 7,7; Taſſaert hingegen giebt es gleich 8,5384 an.

3. Es iſt ſpröde und läßt ſich leicht pulvern; nach der Verſicherung von Leonhardi ſoll es ſich, wenn es rothglühet, etwas ſtrecken laſſen. Seine Zähigkeit iſt unbekannt.

4. Wird es bis zu einer Temperatur von 130° nach Wedgwoods Pyrometer erhitzt, ſo ſchmilzt es; allein kein

*) Opusc. II, p. 444 et 501. VI, 371.

**) Ann. de Chim. XXVIII, 101.

***) Fourcroy Discours prelim. pag. 114.

†) Ann. de Chim. XLII, 210.

††) Ecole des Mines.

Grad von Hitze, welchen wir hervorbringen können, kann es verflüchtigen. Beim langſamen Erkalten im Schmelztiegel kann man, wenn man in dem Augenblicke, da die Oberfläche des Metalls anfängt feſt zu werden, das Gefäß neigt, das Kobalt in unregelmäßigen Prismen kryſtalliſirt erhalten *).

5. Es wird eben ſo wie das Eiſen vom Magnete angezogen; und nach Wenzel ſoll man aus demſelben Magnete und Magnetnadeln, die ſich von denen aus Eiſen in ihren Wirkungen nicht unterſcheiden, verfertigen können.

Oxyden. II. An der Luft erleidet das Kobalt keine Veränderung; dieſes findet auch dann nicht ſtatt, wenn es unter Waſſer aufbewahrt wird. Seine Verwandſchaft zum Sauerſtoff iſt nicht ſtark genug, um eine Zerlegung des Waſſers bewirken zu können.

Wird es einige Zeit unter dem Zutritte der Luft rothglühend erhalten, ſo abſorbirt es allmählich Sauerſtoff und wird in ein Pulver verwandelt, welches anfänglich eine blaue Farbe hat, die aber immer dunkler und dunkler wird, bis ſie zuletzt ſchwarz, oder vielmehr ſo tief dunkelblau wird, daß ſie dem Auge ſchwarz erſcheint. Iſt die Hitze ſehr groß, ſo entzündet ſich das Kobalt, und brennt mit einer rothen Flamme.

Nach Thenard kann ſich das Kobalt wenigſtens mit drei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und drei verſchiedene Oxyden liefern, die ſich beſonders darſtellen laſſen.

Protoxyde. 1. Das Protoxyde des Kobalts hat eine blaue Farbe. Man erhält es, wenn der in Salpeterſäure aufgelöſte Kobalt durch Kali gefällt wird. Der Niederſchlag hat

*) Fourcroy Syst. de Connoiss. Chim. V, 137.

eine blaue Farbe, wird aber, wenn er an der freien Luft getrocknet wird, allmählich ſchwarz. Wird dieſes ſchwarze Pulver eine halbe Stunde lang in der Temperatur erhalten, welche in den Werkſtätten, in denen man eiſerne Geräthſchaften verfertigt, das kirſchbraune Glühen genannt wird, ſo entweicht derjenige Antheil des Sauerſtoffes, welchen das Oxyde beim Trocknen angenommen hatte, und verwandelt ſich in ein blaues Pulver von ſchöner Farbe. Dieſes Oxyde löſt ſich in Säuren ohne Aufbrauſen auf. Die koncentrirte Auflöſung in Salzſäure hat eine grüne Farbe, iſt ſie hingegen mit Waſſer verdünnt, ſo iſt ſie roth. Die Auflöſung deſſelben in Schwefelſäure oder Salpeterſäure iſt ſtets roth *).

Deutoxyde. 2. Wird das aus der Auflöſung in Säuren durch Kali friſchgefällte Protoxyde der Luft ausgeſetzt, ſo nimmt es allmählich, wie Thenard gezeigt hat, einen neuen Antheil Sauerſtoff an, wodurch ſeine Farbe in die olivengrüne verwandelt wird. Trocknet man es ſorgfältig, ohne Hitze anzuwenden, ſo kann es in dieſem Zuſtande erhalten werden. Dieſes iſt das Deutoxyde des Kobalts. Wird dieſes Oxyde mit verdünnter Salzſäure behandelt, ſo entwickelt eine mäßige Hitze aus demſelben oxydirtes ſalzſaures Gas, und die Auflöſung hat eine rothe Farbe. Hieraus ſieht man, daß das Deutoxyde des Kobalts bei ſeiner Auflöſung in Salzſäure einen Theil ſeines Sauerſtoffes verliert **).

Peroxyde. 3. Werden das Protoxyde oder Deutoxyde des Kobalts, die friſch aus der Auflöſung der Säuren gefällt worden, durch Erwärmen an der freien Luft getrocknet, ſo nehmen ſie eine flohbraune Farbe an, die allmählich dunkler

---

*) Ann. de Chim. XLII, 213.

**) Ibid. pag. 212.

wird, bis ſie zuletzt ins Schwarze übergeht. Dieſes iſt das Peroxyde des Kobalts. Es löſt ſich mit Aufbrauſen in Salzſäure auf, und es entwickelt ſich eine beträchtliche Menge oxydirtes ſalzſaures Gas. Thenard betrachtet die braune Farbe welche das Kobaltoxyde eher annimmt, als es ſchwarz wird, als ein Tritoxyde, allein ſeine Verſuche reichen nicht hin, um dieſe Vermuthung zur Gewißheit zu erheben. Von dem röthlichen Niederſchlage, welcher zuweilen beim Fällen des Kobalts aus Säuren erhalten wird, und den man für ein eigenthümliches Kobaltoxyde gehalten hat, vermuthet Thenard, und zwar mit Grunde, daß er eine Verbindung des Kobaltoxyde mit Arſenikſäure ſey.

Verbindung mit brennbaren Stoffen.

III. Das Kobalt verbindet ſich weder mit dem Kohlenſtoffe noch Waſſerſtoffe.

Schwefelhaltiges Kobalt.

1. Mit dem Schwefel läßt es ſich nicht durch Zuſammenſchmelzen vereinigen; man kann aber dieſe Zuſammenſetzung dadurch bewirken, daß man vorher den Schwefel mit Kali verbindet, und ihn dann mit Kobalt zuſammenſchmelzt. Das ſchwefelhaltige Kobalt hat eine gelblich weiße Farbe, zeigt Spuren von Kryſtalliſation, und kann kaum durch Hitze zerſetzt werden.

Phosphorhaltiges Kobalt.

3. Das Phosphorhaltige Kobalt wird dadurch erhalten, daß auf das glühende Metall nach und nach kleine Stückchen Phosphor geſtreut werden. Es enthält ungefähr $\frac{1}{15}$ Phosphor; hat eine weiße Farbe und iſt ſpröde. An der Luft verliert es bald ſeinen metalliſchen Glanz. Der Phosphor wird durch die Hitze abgeſchieden, und das Kobalt zu gleicher Zeit oxydirt. Dieſe Zuſammenſetzung iſt ungleich ſchmelzbarer als das reine Kobalt *).

*) Ann. de Chim. XIV, 134.

IV. Das Kobalt geht weder mit dem Stickgaſe noch mit der Salzſäure eine Vereinigung ein.

Verbindungen des Kobalts. V. Mit den meiſten Metallen läßt ſich das Kobalt zuſammenſchmelzen, allein dieſe Gemiſche ſind wenig bekannt.

Mit Gold. 1. Schmelzt man einen Theil Kobalt mit vierzehn Theilen Gold zuſammen, ſo erhält man ein ſehr ſprödes Metallgemiſche von ſchmutzig gelber Farbe. Der Bruch deſſelben iſt blasgelb, von erdigtem Korn. Das Gemiſch bleibt auch dennoch ſpröde, wenn die Menge des Kobalts bis auf $\frac{1}{80}$ vermindert wurde, betrug ſie nur $\frac{1}{150}$, ſo war das Gemiſch ſtreckbar *).

2. Das Gemiſch aus Kobalt und Platin iſt noch nicht unterſucht worden.

Mit Silber. 3. Werden 2 Theile Kobalt mit einem Theile Silber zuſammengeſchmolzen, ſo erhält man, nach beendigter Arbeit jedes Metall beſonders. Das Silber befindet ſich auf dem Boden, und das Kobalt über demſelben. Jedes dieſer Metalle hat aber dennoch etwas von dem andern in ſich genommen; denn das Silber hat eine dunkle Farbe und iſt spröde, das Kobalt hingegen iſt weißer als gewöhnlich **).

4. Das Kobalt verbindet ſich nicht mit dem Queckſilber.

5. Das Gemiſch aus Kupfer und Kobalt iſt kaum bekannt.

6. Das Gemiſch aus Eiſen und Kobalt iſt ſehr hart, und ſchwer zerbrechlich. Im Allgemeinen enthält das Kobalt etwas Eiſen, das ſich ſchwer abſcheiden läßt.

---

*) Hatchett Phil. Trans. 1803.

**) Gellerts metallurg. Chemie. S. 137.

7. Das Gemiſch aus Zinn und Kobalt hat eine hellviolette Farbe, und beſtehet aus kleinen Körnern.

8. Ehemals behauptete man, daß ſich das Kobalt nicht mit dem Blei durch Schmelzen verbinden laſſe; denn wenn gleiche Theile Blei und Kobalt geſchmolzen werden, ſo bildet ein jedes Metall ein eignes Korn; das des Bleies befindet ſich unten, über ihm das des Kobalts. Wird aber ein ſolches Kobalt mit Eiſen geſchmolzen, ſo findet man, daß es mit etwas Blei vermiſcht war; denn das Eiſen verbindet ſich mit dem Kobalt und das Blei wird abgeſchieden *). Gmelin hat aber gezeigt, daß ſich die Verbindung des Kobalts mit Blei bewerkſtelligen laſſe. Er beſtreute Bleiplatten mit gepulvertem Kobalt, bedeckte ſie mit Kohle um die Luft abzuhalten, und ſetzte die Schmelztiegel welche dieſe Miſchung enthielten, dem Feuer aus. Gleiche Theile Blei und Kobalt gaben ein Metallgemiſch, in welchem beide Metalle völlig gleichförmig vertheilt erſchienen, ungeachtet an einigen Stellen das Blei vorwaltete. Es war ſpröde, nahm eine beſſere Politur als Blei an, mit dem es übrigens mehr Aehnlichkeit als mit Kobalt hatte; ſein ſpecifiſches Gewicht war 8,12. Zwei Theile Blei nnd ein Theil Kobalt gaben eine Miſchung, die mehr dem Kobalt als dem Blei ähnelte, wenig ſtreckbar, und weniger hart als die vorhergehende war. Ihr ſpecifiſches Gewicht war 8,28. Vier Theile Blei und ein Theil Kobalt gaben ein Gemiſch welches immer noch ſpröde war, den Bruch des Kobalts, allein den Glanz des Bleies hatte. Es war härter als Blei. Sechs Theile Blei und ein Theil Kobalt gaben ein Gemiſch das ſtreckbarer, und härter als Blei

---

*) Gellerts metallurg. Chemie S. 137.

war. Sein ſpecifiſches Gewicht war 9,65. Acht Theile Blei und ein Theil Kobalt waren immer noch härter als Blei, und nahmen eine beſſere Politur an. Dieſes Gemiſch war ſtreckbarer als Blei. Sein ſpecifiſches Gewicht war 9,78.

Mit Nickel. 9. Das Kobalt wird ſehr häufig in der Natur in Verbindung mit dem Nickel angetroffen.

10. Weder mit dem Wismuth noch mit dem Zink ſcheint dieſes Metall durch Zuſammenſchmelzen vereinbar zu ſeyn.

Verwandſchaften. VI. Die Verwandſchaften des Kobalts und ſeiner Oxyden ſind nach Bergmann folgende.

Kobalt.	Oxyden des Kobalts.
Eiſen.	Kleeſäure.
Nickel.	Salzſäure.
Arſenik.	Schwefelſäure.
Kupfer.	Weinſteinſäure.
Gold.	Salpeterſäure.
Platin.	Phosphorſäure.
Zinn.	Flußſäure.
Antimonium.	Milchzuckerſäure.
Zink.	Bernſteinſäure.
Phosphor.	Zitronenſäure.
Schwefel.	Milchſäure.
	Eſſigſäure.
	Arſenikſäure.
	Boraxſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

Sechszehnter Abſchnitt.

Vom Magneſium.

1. Das dunkelgraue oder ſchwärzliche Foſſil, das im Lateiniſchen den Nahmen Magnesia (nach Boyle wegen ſeiner Aehnlichkeit mit dem Magnetſtein) führt, war längſt bekannt, und wurde in den Glashütten gebraucht. Boyle entdeckte davon einen Erzgang in England. Im Jahre 1656 ſtellten Glauber *), Waitz im Jahre 1705 **) einige wenige Verſuche damit an, doch ſchenkten die Chemiſten demſelben wenige Aufmerkſamkeit. Die Mehrzahl der Mineralogen, ungeachtet ſie nicht einig waren, was ſie damit anfangen ſollten, kam doch darin überein, daß ſie ihm ſeine Stelle unter den Eiſenerzen anwieſen; allein Pott welcher im Jahre 1740 die erſte chemiſche Unterſuchung dieſes Foſſils bekannt machte, zeigte, daß es oft kaum eine Spur von Eiſen enthalte. Dem zufolge gab ihm Cronſtedt in ſeiner Mineralogie welche im Jahre 1758 erſchien, eine eigne Stelle; in der Vorausſetzung, daß es hauptſächlich aus einer eigenthümlichen Erde beſtehe. Rinman unterſuchte es aufs Neue im Jahre 1765†); und 1770 machte Kaim zu Wien eine Reihe von Verſuchen bekannt, um zu zeigen, daß ein eigenthümliches Metall aus demſelben erhalten werden kann ††).

Bergmann vermuthete daſſelbe, dieſes veranlaßte

*) Prosperitas Germanicae.

**) Wieglebs Geſchichte der Chemie. B. I. S. 227.

†) Mem. Stockh. 1765. pag. 235.

††) De metallis dubiis pag. 48.

ihn, Scheelen 1771 zu erſuchen, die Analyſe des Braunſteins zu übernehmen. Scheelens Abhandlung über dieſen Gegenſtand welche im Jahre 1774 erſchien, iſt ein Meiſterſtück der chemiſchen Zerlegungskunſt, und enthält einige der wichtigſten Entdeckungen der neueren Chemie. Bergmann machte in demſelben Jahre eine Abhandlung bekannt, in welcher er darthat, daß das unter dem Nahmen Braunſtein bekannte Foſſil, ein metalliſches Oxyde ſey *). Mehrere Verſuche die er machte es zu reduciren, fielen fruchtlos aus, die ganze Maſſe nahm entweder die Geſtalt von Schlacken an, oder bildete kleine Kügelchen, welche vom Magnet gezogen wurden. Die Schwierigkeit dieſes Oxyde zu ſchmelzen, veranlaßte bei ihm die Vermuthung, daß das in demſelben enthaltene Metall Analogie mit dem Platin habe.

Zu derſelben Zeit gelang es Dr. Gahn, welcher gleichfalls mit Verſuchen über dieſes Metall beſchäftigt war, die Reduktion deſſelben zu bewirken. Er bediente ſich hierzu folgendes Verfahrens. In einen mit angefeuchtetem Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel, wurde das mit Oel zu einer Kugel geformte Foſſil eingelegt, der ganze Tiegel mit Kohlenpulver angefüllt, über denſelben ein andrer Tiegel gekuttet, und ſo dieſe Vorrichtung eine Stunde lang einem ſehr heftigen Feuersgrade ausgeſetzt. Auf dem Boden des Schmelztiegels war ein Metallkorn, oder vielmehr eine Menge kleiner Metallkügelchen befindlich, die ungefähr ein Drittheil vom Gewichte des ganzen Foſſils betrugen **). Man ſieht leicht ein, wie bei dieſem Proceß die Reduktion des Metalls

*) Bergm. Opusc. II, 201. **) Ibid. p. 211.

talls erfolgen mußte. Die Kohle zieht den Sauerſtoff des Oxy=de an, und das Metall bleibt rein zurück.

Das Metall welches Braunſteinmetall, Magneſium genannt wurde, iſt ferner von Jlſeman 1782; von Hielm 1785; und von Bindheim 1789 unterſucht worden.

Eigenſchaften. 1. Das reine Magneſium hat eine grau weiße Farbe, und ziemlich viel Glanz. Sein Gefüge iſt körnig. Es hat weder Geruch noch Geſchmack.

2. Seine Härte iſt 9, ſie iſt mithin der des Eiſens gleich. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 7,000 *).

3. Es iſt äußerſt ſpröde, und kann daher weder gehämmert noch zu Drathe gezogen werden. Seine Zähigkeit iſt unbekannt.

4. Nach Morveau iſt eine Temperatur von 160° nach Wedgwoods Pyrometer erforderlich, um dieſes Metall zum Schmelzen zu bringen; ſo daß es alſo, das Platin ausgenommen, das ſtrengflüſſigſte unter allen Metallen iſt.

5. Das zu Pulver geſtoßene Metall wird vom Magnete gezogen. Dieſe Eigenſchaft rührt von einem kleinen Antheile Eiſen her, der ſich nur ſehr ſchwer von dieſem Metalle trennen läßt.

Oxyden. II. Das Magneſium zieht, den Phosphor ausgenommen, begieriger als irgend eine andre Subſtanz, den Sauerſtoff aus der Athmosphäre ein. Es verliert faſt in demſelben Augenblicke ſeinen metalliſchen Glanz, wird grau, violet, braun und zuletzt ſchwarz. Dieſe Veränderungen er=

---

*) Hielm.

folgen noch raſcher, wenn das Metall in einem offenen Gefäße erhitzt wird.

Das Magneſium ſcheint ſich mit drei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und drei verſchiedene Oxyden darſtellen zu können, die nach ihrer Farbe das **weiße**, **rothe** und **ſchwarze** Oxyde genannt werden.

Protoxyde. Wird das ſchwarze Magneſiumoxyde in Salpeterſäure aufgelöſt und etwas Zucker zugeſetzt, ſo wird das Protoxyde oder weiße Oxyde des Magneſiums erhalten. Der Zucker entzieht dem ſchwarzen Oxyde Sauerſtoff, und verwandelt es in ein weißes, in welchem Zuſtande es die Säure auflöſt. In die Auflöſung wird Kali geſchüttet, worauf das Protoxyde als ein weißes Pulver zu Boden fällt. Nach **Bergmann** enthalten 100 Theile deſſelben: 80 Theile Magneſium und 20 Theile Sauerſtoff. Aus der Luft ziehet es bald Sauerſtoff an, und wird in ſchwarzes Oxyde verwandelt *).

Deutoxyde. 2. Das **Deutoxyde** oder **rothe Oxyde** des Magneſiums erhält man, wenn ſchwarzes Magneſiumoxyde, ohne Zuſatz irgend einer brennbaren Subſtanz, in Schwefelſäure aufgelöſt wird. Wird ſchwarzes Magneſiumoxyde mit Schwefelſäure zu einem Teige gemacht, und in einer Retorte erhitzt, ſo entwickelt ſich eine beträchtliche Menge Sauerſtoffgas, während das Oxyde, welches eines Theils ſeines Sauerſtoffs beraubt worden, von der Säure aufgelöſt wird. Setzt man die Deſtillation bis zur Trockene fort, übergießt man den Rückſtand mit Waſſer, und filtrirt ihn, ſo wird eine rothgefärbte Auflöſung erhalten, die aus ſchwefelſaurem in Waſ-

---

*) Bergm. Opusc. II, 212.

ſer aufgelöſten Magneſiumoxyde beſtehet. Bei einem Zuſatze von Alkali fällt ein rothes Magneſiumoxyde zu Boden, das nach Bergmann aus 74 Theilen Magneſium und 26 Theilen Sauerſtoff beſtehet *). Auch dieſes Oxyde zieht Sauerſtoff aus der Athmosphäre an, und wird in ſchwarzes Oxyde verwandelt.

Peroxyde. 3. Das Peroxyde oder ſchwarze Magneſiumoxyde wird häufig in der Natur angetroffen; und faſt immer kommt das Magneſium in dieſem Zuſtande vor. Dieſes ſchwarze Oxyde erhielt wegen ſeiner dunkeln Farbe den Namen Braunſtein, eine Benennung, mit der von einigen auch das Metall bezeichnet wird. Dieſes Oxyde wird leicht dadurch erhalten, daß man das Metall der Einwirkung der Luft ausſetzt. Nach Fourcroy enthalten 100 Theile dieſes Oxyde: 60 Theile Magneſium; 40 Theile Sauerſtoff **). Wird es in einer irdenen Retorte bis zum Rothglühen erhitzt, ſo entwickelt ſich eine beträchtliche Menge Sauerſtoffgas, das in ſchicklichen Gefäßen aufgefangen werden kann. Durch dieſe Operation wird es beinahe in den Zuſtand des rothen Oxyde zurückgeführt. Wird es der Luft ausgeſetzt, und zuweilen angefeuchtet, ſo abſorbirt es einen neuen Antheil Sauerſtoff, und ſo kann derſelbe Proceß wiederholt werden ***). Aus dem weißen Oxyde kann kein Sauerſtoff erhalten werden. Dieſes dient zum Beweiſe, daß das Metall

*) Bergm. Opusc. II, 215.

**) Fourcroy Syst. de Connoiss. Chim. V, 177.

***) Ich muß bemerken, daß mir dieſe Abſorbtion nur unvollkommen gelungen iſt, es ſey dann, daß das rothe oder weiße Magneſiumoxyde aus Säuren gefällt worden.

dieſen Antheil Sauerſtoff ungleich feſter anzieht, als den Theil, welcher hinzukommen muß, wenn das weiße Magneſiumoxyde in ſchwarzes verwandelt werden ſoll. Seguin hat die Bemerkung gemacht, daß in einigen Fällen das ſchwarze Magneſiumoxyde, ehe es anfängt zu glühen, Stickgas liefere *). Wird es lange Zeit einer heftigen Hitze ausgeſetzt, ſo nimmt es eine grüne Farbe an. In dieſem Zuſtande wird es von der Schwefelſäure weiß gefärbt, aber nicht aufgelöſt **). Bei einem ſehr heftigen Feuersgrade ſchmilzt dieſes Oxyde, und wird in ein grünes Glas verwandelt.

Verbindung mit brennbaren Stoffen.

III. Das Magneſium geht mit dem Waſſerſtoffe keine Verbindung ein. Löſet man es in Schwefelſäure auf, ſo bleibt eine ſchwarze ſchwammige Subſtanz welche Graphit iſt, übrig. Hieraus hat man folgern wollen, daß es ſich mit Kohlenſtoff verbinden könne; es iſt aber ungleich wahrſcheinlicher, daß der Kohlenſtoff mit dem Eiſen, welches faſt immer dem Magneſium beigemiſcht iſt, verbunden iſt. Es iſt übrigens ziemlich ausgemacht, daß der Graphit ſich mit dieſem Metalle verbinden könne, und daß es einen Beſtandtheil des Stahls ausmacht.

Schwefelhaltiges Magneſiumoxyde.

2. Bergmann verſuchte vergeblich das metalliſche Magneſium mit Schwefel zu verbinden: es gelang ihm hingegen ein ſchwefelhaltiges Magneſiumoxyde darzuſtellen, indem er acht Theile ſchwarzes Magneſiumoxyde mit drei Theilen Schwefel erhitzte. Das ſchwe-

---

*) Wahrſcheinlich rührt dieſes davon her, daß die athmosphäriſche Luft durch die Zwiſchenräume der irdenen Retorte hindurch dringt. Nie erhielt ich Stickgas, wenn der Braunſtein in eiſernen Retorten erhitzt wurde.

**) Bergm. Opusc. II, 216.

felhaltige Magneſiumoxyde hat eine grüne Farbe, und giebt bei der Behandlung mit Säuren ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas *). Es iſt übrigens wohl keinem Zweifel unterworfen, daß ſich der Schwefel mit Magneſium verbinden könne; denn Prouſt fand die natürliche Verbindung des Schwefels mit Magneſium, in demjenigen Tellurerz welches Nagyager Golderz genannt wird **).

Phosphorhaltiges Magneſium. 3. Das phosphorhaltige Magneſium wird erhalten, wenn man gleiche Theile Magneſium und Phosphorglas zuſammenſchmilzt, oder Phosphor in kleinen Stücken auf rothglühendes Magneſium ſtreuet. Das phosphorhaltige Magneſium hat eine weiße Farbe, iſt ſpröde, körnig, geneigt zu kryſtalliſiren, wird an der Luft nicht verändert, und iſt leichtflüſſiger als das Magneſium. Wird es erhitzt, ſo verbrennt der Phosphor, und das Metall wird oxydirt ***).

IV. Das Magneſium verbindet ſich mit keinem der nicht brennbaren Stoffe.

Verbindungen des Magneſium. V. Man kann das Magneſium mit mehreren Metallen vereinigen; man erhält dadurch Metallgemiſche, die aber äußerſt unvollkommen unterſucht worden ſind.

Mit Gold. Hatchett verſuchte das Magneſium mit Gold zu verbinden. Zu dem Ende umgab er eine Unze fein Gold mit gepulvertem ſchwarzen Magneſiumoxyde, das dadurch dem metalliſchen Zuſtande genähert worden, daß er es wie-

---

*) Bergm. Opusc. II, 221.

**) Jour. de Phys. LVI, 1.

***) Pelletier Min. de Chim. XIII, 137.

derholentlich mit Oel vermiſcht, erhitzt hatte. Das Ganze wurde in einem mit Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel einem lange anhaltenden, heftigen Feuersgrade ausgeſetzt. Nachdem der Schmelztiegel herausgenommen und zerbrochen worden, fand er das Magneſium von dunkel grüner Farbe. Das Goldkorn war blaß, zerſprang unter dem Hammer, und zeigte einen ſchwammigen, grobkörnigen Bruch. Als der Verſuch bei einem noch heftigeren Feuersgrade wiederholt wurde, ſo hatte das Gold eine blaß gelblich graue Farbe, und einen Glanz welcher dem des polirten Stahls ähnelte. Es war ſehr hart, ließ ſich aber etwas ſtrecken. Der Bruch war grob, ſchwammig, von röthlich grauer Farbe, und man bemerkte Hölungen die mit dunkelgrünem Magneſiumoxyde angefüllt waren.

Bingley hat dieſe Metallgemiſche unterſucht. In dem einen betrug die Menge des Magneſiums $\frac{1}{8}$, in dem andern $\frac{1}{9}$ von der des Goldes. An der Luft erlitten ſie keine Veränderung, auch wirkten die Säuren nicht auf ſie. Wurden ſie unter dem Zutritte der Luft heftig geglühet, ſo wurden ſie mit einem dunkelbraunen Oxyde überzogen. Durch Kupellation mit Blei ließ ſich das Magneſium hinwegſchaffen. Wurde das Gemiſch im Fluß erhalten, ſo wurde das Magneſium oxydirt, blieb auf der Oberfläche, und ließ ſich durch Hämmern abſcheiden *).

Mit Kupfer. Mit Kupfer verbindet ſich das Magneſium leicht. Dieſe Zuſammenſetzung iſt nach Bergmann ſehr ſtreckbar, hat eine rothe Farbe, und wird zuweilen, wenn man ſie lange aufbewahrt, grün. Gmelin hat mehrere Ver-

*) Phil. Trans. 1803.

ſuche angeſtellt, das ſchwarze Magneſiumoxyde mit Kupfer zuſammenzuſchmelzen. In einigen Fällen gelang es ihm: er ſchlägt vor ſich dieſes Metallgemiſches, ſtatt des aus Kupfers und Arſenik, das zu manchen Zwecken verarbeitet wird, zu bedienen *).

Mit Eiſen. Das Magneſium verbindet ſich leicht mit Eiſen, ja man hat es faſt nie von einer Beimiſchung dieſes Metalles frei gefunden. Das Magneſium ertheilt dem Eiſen eine weiße Farbe, und macht es ſpröde. Es vereinigt ſich auch mit dem Zinn, aber wohl ſchwerlich mit dem Zinke ***).

Das Magneſium läßt ſich weder mit dem Queckſilber noch Wismuth vereinigen. Gmelin fand, daß ſich das Magneſium nur mit großer Mühe mit dem Wismuth verbinden laſſe, und daß es mit dem Antimonium nur eine unvollkommene Vereinigung eingehe **). Noch hat man die Verbindung dieſes Metalles mit Platin, Silber, Nickel und Kobalt nicht verſucht.

Verwandſchaften. VI. Die Verwandſchaften des Magneſiums und ſeiner weißen und rothen Oxyden ſind nach Bergmann folgende:

Magneſium.	Oxyden des Magneſiums.
Kupfer.	Kleeſäure.
Eiſen.	Zitronenſäure.
Gold.	Phosphorſäure.
Silber.	Weinſteinſäure.

*) Ann. de Chim. I, 303.
**) Bergm. Opusc. II, pag. 205.
***) Ann. de Chim. XIX, 366.

Zinn.	Flußſäure.
	Salzſäure.
	Schwefelſäure.
	Salpeterſäure.
	Milchzuckerſäure.
	Bernſteinſäure.
	Milchſäure.
	Eſſigſäure.
	Blauſäure.
	Kohlenſäure.

Siebzehnter Abſchnitt.

Vom Scheelium.

1. Es wird in Schweden ein Foſſil von weißer Farbe gefunden, das undurchſichtig und ſehr ſchwer iſt. Von letzterem Umſtande hat es den Namen Tungſteen, der Schwediſch iſt, und ſoviel bedeutet als Schwerſtein, erhalten.

Einige vermutheten daß dieſes Foſſil ein Zinnerz ſey, andre daß in demſelben Eiſen enthalten wäre. Scheele unterſuchte es im Jahre 1781, und fand, daß es aus Kalkerde und einer eigenthümlichen erdähnlichen Subſtanz zuſammengeſetzt ſey, die er ihrer Eigenſchaften wegen für eine Säure erklärte, und Tungſteinſäure nannte *). Bergmann vermuthete, daß die Baſis dieſer Säure ein Metall ſey **), eine Vermuthung welche die Verſuche der Brüder

*) Scheelen's Schr. B. II. S. 291 ff.

**) Ebend. S. 298 ff.

d'Elhuyart vollkommen beſtätigten. Letztere erhielten dieſelbe Subſtanz aus einem Foſſil von bräunlich ſchwarzer Farbe; das Wolfram genannt, und zuweilen in Zinnbergwerken gefunden wird ***). Von dieſem machte ihrer Analyſe zufolge, die Tungſtein-Säure 65 Procent aus, das übrige war Braunſtein, Eiſen und Zinn. Sie miſchten dieſe ſaure Subſtanz mit Kohlenpulver, und ſetzten ſie in einem Schmelztiegel einem heftigen Feuer aus. Da ſie nach dem Erkalten des Tiegels denſelben öfneten, ſo fanden ſie ein Metallkorn von dunkelbrauner Farbe, das ſich zwiſchen den Fingern zerreiben ließ. Betrachteten ſie es mit einem Vergrößerungsglaſe, ſo fanden ſie, daß es aus einer Anhäufung kleiner metalliſchen Kügelchen beſtand, von denen einige die Größe eines Nadelknopfes hatten. Das durch dieſes Verfahren erhaltene Metall wurde Tungſtein genannt. Die Art wie es dargeſtellt wurde, iſt einleuchtend: die Tungſteinſäure iſt eine Verbindung aus Sauerſtoff und Tungſtein; der Sauerſtoff verbindet ſich mit der Kohle, und das Metall bleibt rein zurück *).

Die Verſuche von den Herren d'Elhuyarts wurden im Jahre 1796 von Vauquelin und Hecht wiederholt. Sie konnten das Metall nicht vollkommen in Fluß bringen, ungeachtet es den ſpaniſchen Chemiſten gelungen war **). Dieſes iſt auch kein Wunder, da Dr. Pearſon ***) und

---

***) Der Wolfram war im Jahre 1761 von Lehmann unterſucht worden. Er hielt ihn für eine Zuſammenſetzung aus Eiſen und Zinn. Lehmanns Probirkunſt. S. 8.

*) Mem. de Toulouse. T. II, p. 141.

**) Jour. de Min. No. XIX. 3.

***) Pearson's Translation of the Chem. Nomenclature.

Klaproth, eben daſſelbe fruchtlos verſuchten. Kürzlich ſoll es den Herren Allen und Aiken zu London gelungen ſeyn, dieſes Metall völlig zu ſchmelzen; indem ſie eine Verbindung des Oxyde dieſes Metalls mit Ammonium einem heftigen Feuer ausſetzten.

Eigenſchaften. 1. Dieſes Metall, dem ſeinem Entdecker Scheele zu Ehren der Nahme Scheelium gegeben worden iſt, hat eine grauweiße oder vielmehr eine dem Eiſen ähnliche Farbe, und ziemlich viel Glanz.

2. Es iſt eines der härteſten Metalle; denn Vauquelin und Hecht konnten kaum mit der Feile einen Eindruck auf daſſelbe hervorbringen. Es ſcheint gleichfalls ſpröde zu ſeyn. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt nach d'Elhuyar 17,6; nach Allen und Aiken 17,22. Es iſt demnach nach dem Golde und Platin das ſchwerſte unter den Metallen.

3. Zum Schmelzen erfordert es eine Temperatur die wenigſtens 170° nach Wedgwoods Pyrometer beträgt. Es ſcheint ſo wie die andern Metalle die Eigenſchaft zu beſitzen, beim Erkalten zu kryſtalliſiren; denn das unvollkommene Metallkorn welches Vauquelin und Hecht erhielten, war mit einer großen Menge kleiner Kryſtalle bedeckt.

4. Der Magnet zieht es nicht an.

Oxyden. II. Wird es in einem offenen Gefäße erhitzt, ſo abſorbirt es nach und nach Sauerſtoff, und wird in ein Oxyde verwandelt. Das Scheelium ſcheint ſich mit zwei Antheilen Sauerſtoff verbinden, und zwei verſchiedene Oxyden, ein ſchwarzes, und ein gelbes darſtellen zu können.

Protoxyde. 1. Das Protoxyde oder ſchwarze Oxyde wird erhalten, wenn man das gelbe Oxyde einige Stunden in einem bedeckten Schmelztiegel glühet.

Peroxyde. 2. Das Peroxyde oder gelbe Oxyde des Scheeliums, welches Tungſteinſäure auch Scheelſäure*) genannt wird, kommt in der Natur als Beſtandtheil des Wolframs vor, und wird erhalten, wenn man drei Theile Salzſäure mit einem Theile Wolfram kocht; die Säure nach einer halben Stunde abgießt, und ſich ſetzen läßt. Es ſcheidet ſich ein gelbes Pulver aus, das in Ammonium aufgelöſt wird. Die Auflöſung wird bis zur Trockene verdunſtet, und die trockene Maſſe einige Zeit geglühet; dieſe iſt das gelbe Scheeloxyde im Zuſtande der Reinheit **).

Dieſes Oxyde hat keinen Geſchmack; es löſet ſich nicht im Waſſer auf, bleibt aber lange in demſelben vertheilt, und

---

*) Scheelen's Tungſtein-Säure iſt von dieſem Oxyde verſchieden. Jene iſt ein weißes Pulver von ſaurem Geſchmacke, und in Waſſer auflöslich. Die Brüder d'Elhuyarts haben gezeigt, daß ſie ein dreifaches Salz ſey, welches aus dem gelben Oxyde dieſes Metalls, Kali und derjenigen Säure beſtehet, deren man ſich zur Zerſetzung des Foſſils, aus dem ſie ausgeſchieden worden, bedient hat.

**) Buchholz hat ein ökonomiſcheres Verfahren angegeben, um dieſes Oxyde zu bereiten. Es beſtehet in Folgendem: Man miſcht einen Theil fein gepulverten Wolfram mit zwei Theilen kohlenſaurem Kali, und erhält die Miſchung, indem man ſie zuweilen umrührt, eine Stunde im Fluß. Hierauf gießt man ſie in einen eiſernen Ausguß, reibt ſie nach dem Erkalten zu Pulver, und kocht ſie wiederholentlich mit Waſſer, bis dieſe Flüſſigkeit keinen Geſchmack mehr annimmt. Alle wäſſrichte Auflöſungen werden zuſammengegoſſen, und denſelben, ſo lange als noch ein Niederſchlag erfolgt, Salzſäure zugeſetzt. Der Niederſchlag wird ausgeſüßt; in kochender Lauge aus kohlenſaurem Kali aufgelöſt, die Auflöſung abermals durch Salzſäure gefällt, und dieſer Niederſchlag ausgeſüßt und getrocknet. Er iſt das reine Peroxyde des Scheeliums.

bildet eine gelbe Milch, welche keine Wirkung auf die vegetabiliſchen Farben äußert. Wird es in einem Platin-Löffel erhitzt, ſo wird es dunkelgrün; vor dem Löthrohre hingegen wird es ſchwarz. Es enthält in hundert Theilen: 80 Scheelium und 20 Sauerſtoff. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 6,12.

Verbindung mit brenbaren Stoffen. III. 1. Das ſchwefelhaltige Scheelium hat eine bläulicht ſchwarze Farbe, iſt hart und kryſtalliſirbar.

2. Der Phosphor verbindet ſich mit dem Scheelium, man hat aber bis jetzt noch keine Eigenſchaft dieſer Verbindung ausgemittelt *).

IV. Die einfachen brennbaren Stoffe ſcheinen keine Verbindung mit dem Scheelium einzugehen.

Metallgemiſche. V. Die d'Elhuyarts haben allein verſucht, das Scheelium mit andern Metallen zu verbinden. Sie miſchten 100 Gran des zu vermiſchenden Metalls mit 50 Gran vom gelben Scheeloxyde und Kohle, und erhitzten die Miſchung in einem Schmelztiegel. Das Reſultat ihrer Verſuche war Folgendes:

1. Mit Gold und Platin verband ſich das Scheelium nicht.

2. Mit Silber bildete es ein Korn von bräunlich weißer Farbe, es war etwas ſchwammig, ließ ſich durch wenige Hammerſchläge fletſchen, zerſprang aber bei fortgeſetztem Hämmern in Stücken. Das Korn wog 142 Gran.

3. Mit Kupfer gab es ein Korn von kupferrother Farbe, die ſich der dunkelbraunen näherte; es war ſchwammig, unvollkommen dehnbar, und wog 133 Gran.

*) Ann. de Chim. XIII, 137.

4. Mit Gußeiſen gab es ein vollkommenes Metallkorn, das einen dichten Bruch von weißlich brauner Farbe hatte; es war hart, ſpröde, und wog 137 Gran.

5. Mit Blei bildete es ein Korn von ſchmutzig dunkel brauner Farbe, das wenig Glanz hatte, ſchwammig, ſehr dehnbar war, aber doch bei fortgeſetztem Hämmern ſich in Blätter theilte; es wog 127 Gran.

6. Das Metallkorn, welches das Scheelinm mit Zinn gab, war von einer mehr lichtbraunen Farbe, als das vorhergehende, es war ſehr ſchwammig, etwas dehnbar, und wog 138 Gran.

7. Das, welches mit Antimonium erhalten wurde, hatte eine dunkelbraune Farbe, war glänzend, etwas ſchwammig, ſpröde, und ſprang leicht in Stücken; es wog 108 Gran.

8. Das Metallgemiſch aus Scheelium und Wismuth hatte einen Bruch, der eine veränderliche Farbe zeigte. Aus dem einen Geſichtspunkte betrachtet, erſchien es von dunkelbrauner Farbe mit Metallglanz, aus einem andern als eine Erde ohne allen Glanz; allein ſowohl in der einen als andern Lage bemerkte man eine große Menge Hölungen, die über die ganze Maſſe verbreitet waren. Das Korn war ſehr hart, ſpröde, und wog 68 Gran.

9. Mit Magneſium gab dieſes Metall ein Korn von dunkel bläulicht brauner Farbe, und erdigem Anſehn; betrachtete man das Innere deſſelben mit einer Glaslinſe, ſo ähnelte es einer unreinen Eiſenſchlacke; es wog 107 Gran.

Achtzehnter Abſchnitt.

Vom Molybdän.

1. Das griechiſche Wort μολυβδαινα und ſeine lateiniſche Ueberſetzung Plumbago diente, wie es ſcheint, bei den Alten dazu, mehrere Arten von Bleierzen zu bezeichnen; die Neueren hingegen brauchten dieſes Wort, um dadurch ohne Unterſchied eine ganze Klaſſe von Subſtanzen anzudeuten, die folgende Eigenſchaften mit einander gemein hatten: Leichtigkeit, Zerreiblichkeit, eine dunkle Farbe, ein fettiges Anfühlen, und welche die Finger färbten.

Scheele unterſuchte dieſe Foſſilien zuerſt mit Aufmerkſamkeit. Er fand, daß zwei ſehr verſchiedene Subſtanzen verwechſelt worden waren. Einer derſelben, die eine Zuſammenſetzung aus Kohlenſtoff und Eiſen iſt, und von der ſchon im Vorhergehenden die Rede war, ließ er die Benennung Plumbago (Graphit); die andre nannte er Molybdän (Waſſerblei).

Das Molybdän beſtehet aus Schuppen die nur ſchwach zuſammenhängen. Es hat eine bläulichte Farbe, welche mit der des Bleies viel Aehnlichkeit hat. Scheele unterſuchte es im Jahre 1778, und erhielt als Beſtandtheile deſſelben Schwefel und ein weißes Pulver, welches die Eigenſchaften einer Säure beſaß, und das er daher Molybdänſäure nannte *). Aus den Eigenſchaften dieſer Säure vermuthete Bergmann, daß ſie ein metalliſches Oxyde ſey, und auf

*) Scheele phyſ. chem. Schr. B. II. S. 190 ff.

ſein Anſuchen, unternahm Hielm im Jahre 1782 eine Reihe mühſamer Verſuche, durch die es ihm glückte, aus dieſer Säure ein Metall darzuſtellen. Er machte aus derſelben mit Leinöl einen Teig, und ſetzte dieſen einem ſehr heftigen Feuersgrade aus. Dieſen Verſuch wiederholte er mehreremal nach einander **). Dem Metalle welches er auf dieſem Wege erhielt, gab er den Nahmen Molybdänum ***).

Scheelens Verſuche wurden in der Folge von Pelletier †), Ilſeman ††) und Heyer †††) wiederholt, und nicht allein vollkommen beſtätigt, ſondern es wurden von ihnen noch mehrere Thatſachen aufgefunden, durch welche die metalliſche Beſchaffenheit dieſer Säure außer Zweifel geſetzt wurde: ungeachtet man wegen der ſo äußerſt hohen Temperatur, welche zum Schmelzen dieſes Metalls erforderlich iſt, daſſelbe nur in ſehr kleinen Körnerchen erhielt. Später hat Hatchett verſchiedene intereſſante Verſuche über dieſes Metall bekannt gemacht, durch welche mehrere Eigenſchaften deſſelben in ein helleres Licht geſetzt worden ſind ††††).

Eigenſchaften. 1. Das Molybdän hat äußerlich eine weißlich gelbe Farbe, ſein Bruch hingegen iſt weißlich grau.

2. Bisher hat man es nur in kleinen Körnern die zu einer ſpröden Maſſe zuſammengeſintert waren, erhalten.

3. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 7,500. In dem Feu-

**) Bergm. Sciagraphia.

***) Crells chem. Ann. 1790. B. I. S. 39.

†) Jour. de Phys. 1785. Decembre.

††) Crells chem. Ann. 1787. B. I. 404.

†††) Ebend. 1787. B. II. S. 21 und 124.

††††) Phil. Trans. 1795. pag. 323.

ersgrade, welchen wir hervorzubringen vermögen, iſt es beinahe unſchmelzbar *),

II. Wird es in einem offenen Gefäße erhitzt, ſo verbindet es ſich allmählich mit dem Sauerſtoff der Athmosphäre; es wird in ein weißes Oxyde verwandelt, das ſich in kleinen nadel-

*) Hier muß folgendes Verſuches von Buchholz (Allgem. Jour. d. Chemie B. IX. S. 485 ff.) Erwähnung geſchehen. Er war bemühet, aus dem Molybdän durch Ammonium die Molybdänſäure abzuſcheiden. Aus der filtrirten waſſerhellen Auflöſung ſonderten ſich nach einigen Tagen wenige Flocken ab, die ſich vollkommen wie Eiſenoxyde verhielten. Mehrere andere Arbeiten verhinderten Buchholz, dieſe Verſuche zu verfolgen. Erſt nach Verlauf von ſechs Wochen konnte er zu denſelben zurückkehren. Das freie Ammonium der Auflöſung wurde abgeſchieden, das zur Trockne gebrachte Salz in einem Schmelztiegel geglühet, um alles Ammonium zu verflüchtigen, und die Molybdänſäure rein darzuſtellen. Die von dem Ammonium gereinigte Molybdänſäure, die ſonſt bei der Rothglühhitze ſo leicht fließt, und die ſogar, wenn ſie einige Zeit im Fluß ſtehet, den Tiegel durchbohrt, kam bei der ſtärkſten Weißglühhitze nicht zum Fließen, ſondern nur zum Weichwerden, wobei ſich auf der Oberfläche Molybdänſäure als Dampf verflüchtigte.

Die Oberfläche dieſer Maſſe wurde bei näherer Unterſuchung voll unregelmäßiger Vertiefungen gefunden; ſie war ſilberfarben glänzend, etwas ins Graue fallend. Auf dem Bruche war ſie ſtahlgrau und kupferfarben metalliſch ſchillernd; übrigens ſchien ſie ein blättriges ziemlich dichtes Gefüge zu haben, denn ſie war ſehr ſchwer zu verkleinern und in Pulver zu verwandeln. Ihr ſpecifiſches Gewicht war 5,050. Mit mäßig koncentrirter Salpeterſäure übergoſſen, wurde ſie unter heftiger Erhitzung und Entwickelung von Salpetergas in weißes Oxyde verwandelt. Aus dieſen Erſcheinungen iſt Buchholz geneigt, dieſe Maſſe für metalliſches Molybdän, wenigſtens für ein dem metalliſchen Zuſtande ſehr genähertes Molybdänoxyde zu halten. Anm. d. Ueb.

nadelförmigen Kryſtallen ſublimirt. Dieſes Oxyde, welches die Eigenſchaften einer Säure beſitzt, iſt unter dem Nahmen der Molybdänſäure bekannt.

Aus Hatchett's Verſuchen folgt, daß ſich das Molybdän mit vier verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und vier verſchiedene Oxyden darſtellen könne; nehmlich 1) das ſchwarze; 2) das blaue; 3) das grüne welchem Hatchett den Nahmen molybdous acid (molybdige Säure?) ertheilt hat: und 4) das gelbe oder weiße Oxyde, oder die Molybdänſäure *).

Protoxyde. 1. Das Protoxyde oder ſchwarze Oxyde des Molybdäns wird erhalten, wenn eine Miſchung aus Molybdänſäure und Kohlenpulver in einem Schmelztiegel geglühet wird. Man erhält eine ſchwarze Maſſe, welche das ſchwarze Oxyde iſt. Es ſcheint eine nur ſehr geringe Menge Sauerſtoff zu enthalten.

Deutoxyde. 2. Daſſelbe Verfahren giebt, wenn das Glühen nicht ſo lange fortgeſetzt wird, das blaue Oxyde: man erhält es auch dann, wenn eine Zinnplatte in eine Auflöſung von Molybdänſäure getaucht wird.

Peroxyde. 3. Das Peroxyde oder die Molybdänſäure wird erhalten, wenn ſechs Theile verdünnte Salpeterſäure wiederholentlich über gepulvertes natürliches ſchwefelhaltiges Molybdän abgezogen werden. Es bleibt alsdann eine weiße Maſſe zurück, welche eine Verbindung aus Molybdänſäure und Schwefelſäure iſt. Durch Auswaſchen mit einer geringen Menge Waſſer wird die Schwefelſäure hinweggenommen, und das, was zurückbleibt, iſt die Molybdänſäure. Anfäng-

*) Phil. Trans. 1795. pag. 323.

lich hat dieſe Säure eine weiße Farbe, wird ſie aber geſchmolzen und ſublimirt, ſo wird ſie gelb.

Verbindung mit brennbaren Stoffen.

III. 1. Das Molybdän läßt ſich leicht mit Schwefel verbinden; dieſe Zuſammenſetzung hat genau die Eigenſchaften desjenigen Molybdänerzes, welches Scheele unterſucht hat *). Das natürliche Molybdänerz iſt demnach ſchwefelhaltiges Molybdän. Der Grund, daß Scheele aus demſelben Molybdänſäure erhielt, liegt darin, daß er durch ſeine Behandlung das Metall mit Sauerſtoff verband. Man erhält auch dann ſchwefelhaltiges Molybdän, wenn man eine Miſchung aus einem Theile Molybdänſäure und fünf Theilen Schwefel der Deſtillation unterwirft.

2. Das Molybdän verbindet ſich auch mit dem Phosphor **).

Metallgemiſche.

IV. Bis jetzt ſind nur wenige von den Gemiſchen, welche das Molybdän mit andern Metallen bildet, unterſucht worden.

Es ſcheint ſich mit dem Golde verbinden zu können, wahrſcheinlich hat dieſes Metallgemiſch eine weiße Farbe ***).

Als Oxyde verbindet es ſich ohne Schwierigkeit mit dem Platin. Die Zuſammenſetzung iſt ziemlich ſchmelzbar; ihr ſpecifiſches Gewicht beträgt 20,000 †).

Die Gemiſche des Molybdäns mit Silber, Eiſen und Kupfer ſind metalliſch und zerreiblich; die mit Blei und Zinn

---

*) Pelletier Jour. de Phys. 1785.

**) Ann. de Chim. XIII, 137.

***) Ruprecht Ann. de Chim. VIII, 8.

†) Hielm Ann. de Chim. IV, 17.

ſind Pulver die ſich nicht ſchmelzen laſſen †). Verſchiedene andre Zuſammenſetzungen ſind von Hielm und Richter verſucht worden, da aber die Metalle welche ſie zu ihren Verſuchen anwandten, nicht ſowohl mit Molybdån, als vielmehr mit Molybdånſåure vermiſcht wurden, ſo kann man ſie keinesweges fůr Metallgemiſche mit metalliſchem Molybdån erklåren.

Neunzehnter Abſchnitt.

Vom Uranium.

Geſchichte. I. Man findet in der Grube George Wagsfort zu Johanngeorgenſtadt in Sachſen, ein Foſſil, theils rein und unvermiſcht, theils mit andern Arten von Steinen und Erden geſchichtet. Die erſte Varietåt iſt ſchwårzlich und nåhert ſich dem dunkel Eiſengrauen; ſie hat einen måßigen Glanz, ein dichtes Gefůge, der Bruch iſt faſt eben, in den kleinſten Theilen aber muſchlicht. Sie iſt gånzlich undurchſichtig, måßig hart, und giebt zerrieben ein ſchwarzes Pulver. Ihr ſpecifiſches Gewicht betrågt ungefåhr 7,500.

Die zweite Art hat eine mehr ins Schwarze fallende Farbe, hin und wieder einen rőthlichen Schein, einen ſtårkern, dem der Steinkohle nicht unåhnlichen Glanz; eine geringere Hårte;

†) Pelletier Jour. de Phys. Dec. 1785.

auch zeigt das Pulver, zu dem ſie zerrieben worden, außer der ſchwarzen Farbe einen Stich ins Grüne †).

Dieſes Foßil wurde Pechblende genannt, und die Mineralogen, irre geleitet durch den Namen, hielten es für ein Zinkerz. Werner welchen man den Schöpfer einer auf feſtere Principien gegründeten Mineralogie nennen kann, überzeugte ſich durch das Gefüge, Härte und ſpecifiſche Gewicht dieſes Foſſils, daß es nicht Blende ſeyn könne, und ſetzte es daher unter die Eiſenerze. In der Folge vermuthete er, daß in demſelben Scheelium enthalten wäre, und dieſe Vermuthung ſchienen die Verſuche einiger deutſchen Mineralogen die in dem Bergmänniſchen Journal 1789. B. I. S. 612 enthalten ſind, zu beſtätigen. Allein Klaproth der es im Jahre 1789 unterſuchte, fand, daß es größtentheils eine Verbindung des Schwefels mit einem eigenthümlichen Metalle, dem er den Nahmen Uranium *) gab, ſey.

Eigenſchaften. Das Uranium hat eine dunkelgraue Farbe, im Innern nähert ſie ſich etwas der braunen **).

Den Grad ſeiner Streckbarkeit kennt man nicht. Seine Härte beträgt ungefähr 6. Zum Schmelzen deſſelben wird ein ſtärkerer Feuersgrad als zum Schmelzen des Magneſiums erfordert. Klaproth erhielt es nur in kleinen zuſam-

---

†) Klaproth's Beiträge. B. II. S. 197 ff.

*) Von Uranus (Οὐρανος) dem Namen, welchen Bode dem von Herſchel entdeckten Planeten gegeben, und den die deutſchen Aſtronomen angenommen haben. Klaproth nannte das Metall zuerſt Uranit, verwandelte nachher aber dieſe Benennung in Uranium.

**) Klaproths Beiträge B. II. S. 213.

mengeſinterten Körnern, die eine poröſe und ſchwammige Maſſe bildeten *). Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 6, 440 **).

Oxyden. II. Wird dieſes Metall einige Zeit geglühet, ſo erleidet es keine Veränderung, mit Hülfe der Salpeterſäure kann es übrigens in ein gelbes Pulver verwandelt werden. Dieſes iſt das Peroxyde des Uraniums, und beſtehet im Hundert aus ungefähr 56 Theilen Uran und 44 Sauerſtoff. Dieſes Oxyde wird in der Natur in Verbindung mit dem oben beſchriebenen Foſſil angetroffen. Prouſt bemerkt, daß dieſes Metall nur zwei Grade der Oxydation eingehe, noch fehlt es aber an einer Beſchreibung des Protoxyde deſſelben: und das Uranerz iſt ſo ſelten, daß nicht jeder Chemiſt ſeine Wißbegierde durch genauere Unterſuchung dieſes Metalls zu befriedigen im Stande iſt ***).

---

*) Richter verſichert, einen Urankönig als wohlgefloſſenes Korn, das 89 Gran wog, erhalten zu haben. Die Farbe deſſelben war ſtahlgrün, er hatte eine glatte Oberfläche, bisweilen mit Spuren von netzförmiger Kryſtalliſation, feinkörnigem Bruch, und war ſehr ſpröde. Sein Verfahren, das Oxyde zu reduciren, beſtehet darin, daß er 300 Gran deſſelben mit 150 Gran Kohlenpulver und 600 Gran einer Miſchung aus 3 Theilen Kali und 2 Theilen Kieſelerde (wozu noch etwas Kalkerde und Flußſpath geſetzt werden kann), in einer wohl bedeckten Probier-Tute dem raſchen und Weißglühfeuer eines ſehr ſtarkziehenden Windofens oder eines heftigen Gebläſes ausſetzt; die Tute aber nicht länger in dieſem Feuer ſtehen läßt, als zur Vollendung einer Eiſenprobe nöthig iſt.

Dieſen letzten Umſtand hält Richter zum Gelingen des Reduktionsverſuches für weſentlich; auch muß das Quantum von 300 Gran Uranoxyde als ein Maximum bei dieſem Verſuche betrachtet werden. Anm. d. Ueberſ.

**) Klaproths Beiträge B. II. S. 213.

***) Prouſt hielt kürzlich das Uranium für ein ganz neues

Schwefelhaltige Verbindungen. III. Das Uranium läßt ſich mit dem Schwefel verbinden. Dasjenige Foſſil in dem Klaproth dieſes Metall entdeckte, war ein natürliches ſchwefelhaltiges Uranium.

Die Verwandſchaften des Urans ſind noch nicht beſtimmt worden.

Zwanzigſter Abſchnitt.

Vom Titanium.

Geſchichte. I. Man findet in dem Thale Menachan in der Grafſchaft Cornwallis einen ſchwarzen Sand, der große Aehnlichkeit mit Schießpulver hat. Gregor unterſuchte ihn im Jahre 1781, und machte die Entdeckung, daß er größtentheils aus Eiſen, und dem Oxyde eines neuen Metalls beſtehe, dem er den Nahmen Menachene gab *). Vergeblich verſuchte er dieſes Oxyde zu reduciren; doch reichten ſeine Verſuche hin, zu zeigen, daß dieſe Subſtanz metalliſcher Natur ſey, und daß ſich dieſelbe von allen bisher bekannten unterſcheide. Dieſe ſinnreiche merkwürdige Analyſe ſchien nur wenig Aufmerkſamkeit zu erregen, indem keiner dieſelbe zu wiederhohlen, und die Richtigkeit der von Gregor bekannt gemachten Verſuche zu prüfen bemühet war.

Im Jahre 1795 machte Klaproth die Analyſe eines

---

neues Metall, und gab ihm den Namen Silenum. Er erkannte aber bald ſeinen Irrthum. Jour. de Phys. LVI, p. 467.

*) Jour. de Phys. XXXIX, 72 et 152.

röthlich braunen Foſſils bekannt, das von den Mineralogen den Namen des rothen Schörls erhalten hatte. Er fand, daß es ganz aus dem Oxyde eines eigenthümlichen Metalls beſtehe, dem er den Namen Titanium gab *). Zwar mißglückten ihm die Verſuche es zu reduciren, doch blieben über die metalliſche Natur deſſelben keine Zweifel. Als er im Jahre 1797 das von Gregor früher unterſuchte Foſſil einer neuen Analyſe unterwarf, überzeugte er ſich, daß es eine Zuſammenſetzung aus Eiſenoxyde und Titanoxyde ſey **). Die Analyſe von Gregor war demnach völlig richtig, und ſein Menachine iſt mit dem Titanium (das von ihm demnach offenbar zuerſt entdeckt worden) ein und dieſelbe Subſtanz.

Jetzt iſt der Name Titanium, wegen des Rufes des ausgezeichneten Scheidekünſtlers der ihn zur Bezeichnung dieſes Metalls gewählt hat, allgemein angenommen worden.

Klaproths Verſuche wurden von Vauquelin und Hecht im Jahre 1796 wiederhohlt, beſtätigt, erweitert. Es gelang ihnen eine geringe Menge des Titanoxyde zu reduciren ***). Lowitz wiederholte und beſtätigte dieſe Verſuche 1798. Lampadius verſuchte gleichfalls die Reduktion des Titanoxyde. Er bewirkte ſie, indem er dasjenige Oxyde, welches er durch Zerſetzung des gallusſauren (oder vielmehr mit Gerbeſtoff verbundenen) Titanoxyde durch ein feuerbeſtändiges Alkali erhalten hatte, einem ſehr heftigen Feuersgrade ausſetzte. Durch die Unterſuchungen dieſer Naturforſcher ſind folgende Eigenſchaften an dieſem Metalle bekannt geworden.

---

*) Klaproths Beiträge. B. I. S. 233.

**) Ebend. B. II. S. 226.

***) Jour. de Min. No. XV. 20.

Eigenſchaften. I. Es hat eine orange rothe, nach Lampadius eine dunkel kupferrothe Farbe, und beträchtlichen Glanz.

2. Es iſt ſpröde; in dünnen Blättern beſitzt es einen ziemlichen Grad von Elaſticität. Seine Härte, ſpecifiſches Gewicht und Streckbarkeit ſind noch nicht ausgemittelt worden.

3. Es iſt äußerſt ſtrengflüſſig, und erfordert einen ſo hohen Feuersgrad, als durch alle bis jetzt bekannte Verfahrungsarten irgend hervorgebracht werden kann.

4. Es detonirt mit Salpeter, alle ſtarke Säuren greifen es ſehr lebhaft an.

Oxyden. II. An der Luft läuft dieſes Metall an, und verliert ſeinen metalliſchen Glanz. Wird es unter dem Zutritte der freien Luft erhitzt, ſo verbindet es ſich leicht mit dem Sauerſtoffe, und ſcheint überhaupt drei verſchiedene Grade der Oxydation eingehen zu können; die nach Verſchiedenheit der Farbe, das blaue oder purpurrothe, das rothe und das weiße Oxyde genannt werden können.

Protoxyde. Das Protoxyde welches eine blaue oder purpurrothe Farbe hat, erhält man, wenn das Titanium unter dem Zutritte der Luft geglühet wird, dieſe Veränderung des Metalls iſt offenbar eine Folge ſeiner Verbindung mit dem Sauerſtoff.

Deutoxyde. 2. Das Deutoxyde oder rothe Oxyde des Titans wird in der Natur angetroffen. Oft iſt es in vierſeitigen Prismen kryſtalliſirt; ſein ſpecifiſches Gewicht beträgt ungefähr 4,2; es iſt ſo hart, daß es Glas ritzt. Wird es erhitzt, ſo wird es braun, und verſtärkt man den Feuersgrad ſehr beträchtlich, ſo wird ein Theil deſſelben verflüchtigt. Erhitzt man es anhaltend und ſtark genug mit Kohle, ſo wird es reducirt.

Peroxyde. 3. Das Peroxyde oder weiße Oxyde wird dadurch erhalten, daß man das rothe Oxyde mit vier Theilen Kali dem Gewichte nach, in einem Schmelztiegel ſchmilzt, und dann das Ganze in Waſſer auflöſt: es fällt ein weißes Pulver zu Boden, welches das weiße Oxyde des Titans iſt. Vauquelin und Hecht haben gezeigt, daß es aus 89 Theilen rothen Oxyde und 11 Theilen Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſey.

Verbindung mit brennbaren Stoffen. III. Das Titan ſcheint keine Verbindung mit dem Schwefel einzugehen *).

Chenevix erhielt phosphorhaltiges Titan auf folgendem Wege. Er machte eine Miſchung aus Kohlenpulver, phosphorſaurem Titan und etwas Borax; ſchüttete ſie in einen Schmelztiegel, ſetzte dieſen in einen andern ein, verklebte die Gefäße gehörig, und brachte ſie in ein Schmiedefeuer. Anfänglich wurde eine mäßige Hitze angewendet, man verſtärkte ſie aber allmählich drei Viertelſtunden lang, und gab zuletzt eine halbe Stunde lang ein ſo heftiges Feuer, als ſich nur hervorbringen ließ. Das phosphorhaltige Titan wurde im Schmelztiegel als ein Metallkorn von weißer Farbe gefunden, das ſpröde, körnig war, und vor dem Löthrohre ſchmolz **).

Metallgemiſch. IV. Vauquelin und Hecht verſuchten, wiewohl vergeblich, das Titan mit Silber, Kupfer, Blei und Arſenik zu verbinden. Mit Eiſen ließ ſich das Titan durch Schmelzen vereinigen. Die Maſſe dieſes Metallgemiſches war von grauer Farbe, mit eingeſtreuten gelben glänzenden Theilchen. Das Gemiſch war unſchmelzbar.

---

*) Gregor.

**) Nicholson's Jour. V, 154.

V. Die Verwandſchaften des Titans ſind nach Lampadius folgende:

Gallüsſäure.	Schwefelſäure.
Phosphorſäure.	Salzſäure.
Arſenikſäure.	Salpeterſäure.
Kleeſäure.	Eſſigſäure.

Ein und zwanzigſter Abſchnitt.

Vom Chromium.

I. Im Jahre 1766 gab Lehmann in einem Briefe an Büffon dieſem zuerſt von einem rothen etwas ins Gelbliche fallenden Foſſil Nachricht, das in vierſeitigen Prismen kryſtalliſirt in der Grube Bereſof unweit Catherinenburg in Sibirien gefunden wurde. Dieſes Foſſil welches rothes ſibiriſches Bleierz genannt wurde, wurde als Mahlerfarbe gebraucht, und iſt jetzt ausnehmend ſelten und theuer. Pallas unterſuchte es bald darauf, und erklärte es für eine Zuſammenſetzung aus Blei, Arſenik und Schwefel. Macquart der im Jahre 1783 eine Reiſe in mineralogiſcher Rückſicht in das nördliche Europa machte, brachte davon ein Quantum nach Paris, und unterſuchte es 1789 in Geſellſchaft von Vauquelin. Beide folgerten aus ihren Verſuchen, daß es eine Zuſammenſetzung aus Blei und Eiſenoxyde ſey. Auf der andern Seite behauptete Bindheim ſeiner Analyſe zufolge, daß die Beſtandtheile dieſes Foſſils Blei Molybdänſäure und Nickel wären.

Dieſe ſich ſo ganz widerſprechenden Analyſen, mußten bei den Mineralogen über die chemiſche Zuſammenſetzung

dieſes Foſſils das gröſste Miſstrauen erregen. Dieſes veranlaſste **Vauquelin** daſſelbe im Jahre 1797 einer neuen Analyſe zu unterwerfen †). Er fand, daſs es aus Blei und einer Säure mit metalliſcher Grundlage die von allen bekannten verſchieden war, beſtehe. Dadurch daſs er die Säure mit Kohlenpulver vermiſcht, einem heftigen Feuer ausſetzte, gelang es ihm ſie im metalliſchen Zuſtande darzuſtellen. Dem durch das angegebene Verfahren erhaltenen Metalle gab er den Namen **Chromium** *).

Die Verſuche von **Vauquelin** ſind nachher von **Klaproth** **), **Gmelin** ***) und **Mouſſin Puſchkin** †) wiederholt, und richtig befunden worden.

Bis jetzt kennt man nur wenig Eigenſchaften von dieſem Metalle. Es hat eine weiſse Farbe mit einem Stich ins Gelbe; iſt ſehr ſpröde und erfordert eine ſehr hohe Temperatur zum Schmelzen. Durch das Erhitzen wird es nur wenig verändert, und wahrſcheinlich wirken auch die Luft und das Waſſer nur wenig auf daſſelbe. Die Säuren äuſsern nur

---

†) Ann. de Chim. XXV, 21 et 194.

*) Von χρωμα, weil es die Eigenſchaft beſitzt, andern Körpern in einem merklichen Grade Farbe mitzutheilen.

) Crells Annalen 1798. B. I. S. 80. **Klaproth hatte das rothe Bleierz im Verfolg der Analyſe von **Bindheim** unterſucht. Seine Verſuche führten ihn zu dem Reſultat, daſs die mit Blei verbundenen metalliſche Säure nicht Molybdänſäure, ſondern die Säure eines bis jetzt noch unbekannten Metalls ſey. Das Quantum, welches er zu ſeinen Verſuchen anwenden konnte, war aber zu gering, um dieſen Gegenſtand zu entſcheiden. Zu gleicher Zeit machte **Vauquelin** ſeine Verſuche bekannt.

***) Ebend. 1799. B. I. S. 275.

†) Ebend. 1798. B. I. S. 355.

langſam eine Wirkung darauf; die Salpeterſäure verwandelt es dadurch, daß ſie ihm Sauerſtoff mittheilt, in ein Oxyde.

Oxyde. II. Das Chromium ſcheint ſich mit drei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und drei verſchiedene Oxyden, nehmlich das grüne, braune, und das gelbe oder die Chromſäure bilden zu können.

1. Das Protoxyde oder grüne Oxyde wird erhalten, wenn man die Chromſäure in verſchloſſenen Gefäßen erhitzt: es geht Sauerſtoffgas über, und das grüne Oxyde bleibt zurück.

2. Das Deutoxyde oder braune Oxyde iſt ein Mittelding zwiſchen dem grünen Oxyde und der Chromſäure. Mouſſin Pauſchkin der zuerſt dieſes Oxyde beſchrieben hat, vergleicht es mit dem braunen Eiſenoxyde. Er erwähnt des Verfahrens nicht, durch welches er daſſelbe erhalten hat *).

---

*) Crells Annalen 1798. B. II, S. 445. Als Nachtrag zu dem hier Geſagten kann Folgendes betrachtet werden: Wenn der rothe Bleiſpath oder das chromſaure Silber mit Salpeterſäure behandelt werden, ſo iſt (wie auch ſchon Vauquelin vom Bleiſpathe bemerkt hat) die Wirkung der Säure auf beide genannte Subſtanzen ſehr gering. Iſt gleich eine vollkommene Zerſetzung dadurch möglich, ſo iſt ſie doch ſchwer, und erfordert viel Säure. Setzt man aber gleich anfänglich bei dem Aufgießen der Säure auf die erwähnten chromſauren Salze etwas Zucker hinzu, und wendet man eine mäßige Hitze an, ſo erfolgt die Auflöſung ſehr bald. Beim Bleiſpathe ſtatt 20 bis 30 Theilen etwa nur 5 bis 6 Theile Säure erforderlich, bei dem chromſauren Silber noch weniger. Es entbinden ſich ſalpeterſaure Dämpfe, und die Auflöſung iſt bei dem Bleiſpathe nicht grün, ſondern amethyſtfarben, bei dem chromſauren Silber granatroth; weder das zurückgeworfene noch das durchgehende Licht zeigt eine Spur von grün. Wird zu der Auflöſung des chromſauren Silbers verdünnte Salzſäure behutſam (ſo daß kein

Das Peroxyde oder die Chromſäure kommt in der Natur im rothen Bleierz vor. Es iſt ein rothes oder vielmehr orange Pulver, das im Waſſer auflöslich iſt, und im Hundert 33 Theile Chromium und 67 Sauerſtoff enthält.

Die übrigen Eigenſchaften des Chromiums ſind noch nicht unterſucht worden.

Ueberſchuß dieſer Säure in die Auflöſung kommt, und nur das Silber gefällt wird) zugetröpfelt, und dann eine geſättigte Alaunauflöſung zugeſetzt, ſo erhält man, wenn von letzterer nicht zuviel zugeſchüttet wurde, ein amethyſtfarbenes Salz, ohne Beimiſchung von weißem oder grünem Salze.

Durch Alkalien erhält man aus dieſer rothen Auflöſung auch einen bläulichtgrünen Niederſchlag, der aber etwas heller iſt, wie der aus der grünen Auflöſung; auch iſt dieſer Niederſchlag in überflüſſigem Alkali mit Smaragdfarbe vollkommen auflöslich, welches mit dem gewöhnlichen grünen Niederſchlage aus der eben ſo gefärbten Auflöſung nicht der Fall iſt. Es gelang auch Mouſſin Pouſchkin, dem grünen Oxyde aus der ſalz- oder ſchwefelſauren Auflöſung, durch Behandlung mit Salpeterſäure und Zukker, die Amethyſtfarbe ohne Beimiſchung der grünen zu geben, jedoch erſchien die Farbe erſt nach einigen Tagen (Neues allgem. Jour. der Chemie. B. III. H. IV. S. 450.)

Auch Richter (Ueber die neuern Gegenſtände der Chemie. St. X. S. 37 und 43) bemerkt, daß das Chromoxyde durch mehrmaliges Glühen in ein Oxyde überging, das im Aeußern dem Eiſenmohr nicht unähnlich war. In dieſem Zuſtande war es in Säuren unauflöslich, auch war ſeine Umänderung in Chromſäure, vermittelſt Salpeterſäure, ſehr ſchwürig. Fernere Verſuche müſſen entſcheiden, ob dieſes ein Oxyde, oder nicht vielmehr eine Verbindung aus Chromoxyde und Chromſäure ſey.

Anm. d. Ueberſ.

Zwei und zwanzigſter Abſchnitt.

Vom Columbium.

Geſchichte. Da Hatchett mit dem Anordnen einiger Mineralien im Brittiſchen Myſeum beſchäftigt war, ſo zog ein dunkel gefärbtes ſchweres Foſſil ſeine Aufmerkſamkeit auf ſich, weil es einige Aehnlichkeit mit dem chromſauren Eiſen hatte. Das Stück war klein. In dem Verzeichniß von Hans Sloane war es folgendermaßen karakteriſirt worden: „ein ſehr ſchwerer Stein mit goldenen Streifen"; es war ferner angemerkt, daß dieſes Foſſil dem Beſitzer von Herrn Winthrop aus Maſſachuſets zugeſchickt worden ſey. Es hatte eine dunkel braun graue Farbe; ſein Längenbruch war unvollkommen blättrig, der Querbruch zeigte ein feines Korn. Es hatte Glasglanz, an einigen Stellen war er ſchwach metalliſch. Stellweiſe war es ſehr hart, aber ſehr ſpröde. Beim Zerreiben erhielt man ein dunkel chocoladenbraunes Pulver, das vom Magnete nicht gezogen wurde. Sein ſpecifiſches Gewicht war bei einer Temperatur von 65° 5,988.

Hatchett fand durch eine ſinnreiche Analyſe, daß dieſes Foſſil aus einem Theile Eiſenoxyde und ungefähr drei Theilen einer weißen Subſtanz beſtehe, welche die Eigenſchaften einer Säure beſitze, und unverkennbare Spuren an ſich trage, daß ſie aus Sauerſtoff beſtehe, der mit einer metalliſchen Baſis verbunden ſey. Die Eigenſchaften dieſer metalliſchen Säure ſollen in der Folge angegeben werden.

Hatchett zeigte, daß dieſe Säure ſich von allen be=

kannten metalliſchen Säuren unterſcheide; dem zufolge muß auch die Baſis derſelben eine eigenthümliche Subſtanz ſeyn, und mit einem eignen Nahmen bezeichnet werden: er nannte dieſes Metall Columbium.

Es wurden mehrere Verſuche dieſe Säure im metalliſchen Zuſtande darzuſtellen, gemacht, allein keiner gelang vollſtändig. Ein Theil derſelben wurde in einen mit Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel gethan, und in einem kleinen Windofen ungefähr anderthalb Stunden lang einem heftigen Feuer ausgeſetzt. Das Oxyde wurde in einem pulvrichten Zuſtande gefunden, und hatte eine ſchwarze Farbe angenommen.

Hatchett bemerkte ferner, daß ſich dieſe metalliſche Subſtanz, ſo wie die meiſten andern Metalle mit verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden könne, und daß ſich dieſe verſchiedene Zuſammenſetzungen, theils durch ihre Farbe, theils durch ihr verſchiedenes Verhalten gegen die Säuren unterſcheiden.

Wurde es noch ſo ſtark mit Schwefel geglühet, ſo zeigte es dennoch keine Neigung ſich mit demſelben zu verbinden, und ſchwefelhaltiges Columbium darzuſtellen.

Um phosphorhaltiges Columbium zu bereiten, wurde etwas Phosphorſäure auf einen Theil des weißen Oxyde gegoſſen, und die bis zur Trockene verdunſtete Maſſe in einem mit Kohlenpulver ausgefütterten Schmelztiegel eine halbe Stunde lang dem heftigſten Feuer einer Schmiedeeſſe ausgeſetzt. Die in dem Tiegel befindliche Maſſe war ſchwammicht und dunkelbraun, und ähnelte einigermaßen dem phosphorhaltigen Titanium.

Drei und zwanzigſter Abſchnitt.

Vom Tantalum.

Geſchichte. Herr Ekeberg ein ſchwediſcher Chemiſt, hat kürzlich ein neues Metall entdeckt, das einen Beſtandtheil zweier in der Parochie Kimito in Finnland vorkommender Foſſilien ausmacht. Das erſte dieſer Foſſilien welches er Tantalit nennt, hat eine bläulicht oder ſchwärzlicht graue Farbe, iſt undeutlich kryſtalliſirt, hat Metallglanz und einen dichten Bruch. Es iſt ſehr hart, ſein ſpecifiſches Gewicht beträgt 7,953. Man hat dieſes Foſſil ſeit langer Zeit gekannt, allein daſſelbe für ein Zinnerz gehalten.

Das andre Foſſil, welches Yttrotantalit genannt worden iſt, wird in kleinen nierenförmigen Maſſen gefunden. Es hat eine dunkelgraue Farbe, metalliſchen Glanz und körnigen Bruch. Es iſt nicht hart. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt 5,150.

Aus jedem dieſer Foſſilien erhielt Ekeberg durch die chemiſche Analyſe ein weißes Pulver, das er für das Oxyde eines eigenthümlichen Metalls hielt, dem er den Namen Tantalium gab.

Wird das weiße Oxyde des Tantaliums in einem Kohlentiegel ſtark erhitzt, ſo erhält man ein mäßig hartes Korn, das äußerlich metalliſchen Glanz hat, im Innern aber ſchwarz und ohne Glanz iſt. Die Säuren verwandeln es in ein weißes Oxyde.

Dieſes Oxyde verändert ſelbſt dann, wenn es geglühet wird, ſeine Farbe nicht. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt 6,500.

6,500. Die Säuren löſen es nicht auf, wirken überhaupt nicht auf daſſelbe. Dieſe Unauflöslichkeit in Säuren vermochte Ekeberg, wegen der fabelhaften Beſtrafung des Tantalus, ihm den Namen Tantalum zu ertheilen.

Dieſes Oxyde verbindet ſich mit den Alkalien, das Ammonium ausgenommen, und bildet mit ihnen in Waſſer unauflösliche Zuſammenſetzungen. Wird es mit phosphorſaurem Natrum und Borax geſchmolzen, ſo bildet es damit farbenloſe Gläſer. Dieſes ſind alle Eigenſchaften, die bisher an dieſem Metalle entdeckt worden ſind *).

Es findet eine auffallende Aehnlichkeit zwiſchen dem Oxyde des Tantalums und Columbiums ſtatt. Der Unterſchied, welcher zwiſchen beiden ſtatt findet, iſt, daß erſteres in Säuren unauflöslich iſt. Man weiß aber nicht, welche Säuren Ekeberg angewendet hat, und Hatchett fand das Oxyde des Columbiums gleichfalls in Salpeterſäure unauflöslich.

Zuſatz des Ueberſetzers.

In der Bastnäs Grube bei Riddarhytta in Weſtmannland bricht ein Foßil, das Cronſtedt zuerſt unter dem Namen Schwerſtein oder Tungſtein anführt, und folgendermaßen karakteriſirt: Ferrum calciforme, terra quadam incognita intime mixtum.

---

*) Ekebergs Abhandlung befindet ſich in den Schriften der ſchwediſchen Akademie vom Jahre 1802. Die hier mitgetheilten Nachrichten von dieſem Metalle ſind aus zwei Auszügen dieſer Abhandlung, welche ſich im Jour. de Chim. III, 78; und in den Annales de Chim. XLIII, 276. befinden, entlehnt.

Als in der Folge Scheele den Tungſtein unterſuchte, ſo wählte er dazu den perlfarbenen von Bispberg. D'Elhuyar unterwarf auch den vermeinten Tungſtein von der Baſtnäs Grube einer Unterſuchung, und erklärte ihn (was auch Bergmann ſchon vermuthet hatte) für keinen Tungſtein; ſondern eine Verbindung aus Kalkerde, Eiſen und Kieſelerde u. ſ. w.

Die Unbeſtimmtheit welche in Rückſicht der Natur dieſes Foſſils bei den Mineralogen herrſchte, veranlaßte Klaproth es aufs Neue zu unterſuchen.

Die Farbe deſſelben hält das Mittel zwiſchen karmoiſinroth, nelkenbraun und röthlich braun; man findet es derb und eingeſprengt; auf friſchem Bruche iſt es ſchwach und fettig ſchimmernd; der Bruch iſt ausgezeichnet kleinſplittrig; die Bruchſtücke ſind unbeſtimmt eckig, nicht ſonderlich ſcharfkantig; es iſt undurchſichtig, giebt einen gräulich weißen Strich, zerrieben aber ein röthlich graues Pulver; iſt halbhart, ſpröde und ſchwer in hohem Grade.

Nach Cronſtedt iſt das ſpecifiſche Gewicht dieſes Foſſils 4,988, nach Klaproth nur 4,660.

Durch ein ſchickliches Verfahren wurden die verſchiedenen Beſtandtheile dieſes Foſſils von einander getrennt, und unter denſelben eine von den bisher bekannten Naturkörpern verſchiedene Subſtanz angetroffen, welcher Klaproth den Namen Ochroiterde gegeben hat. Hundert Theile des unterſuchten Foſſils enthielten:

Ochroiterde	54,50
Kieſelerde	34
Eiſenoxyde	4
Waſſer u. ſ. w.	5
	97,5.

Die Eigenſchaften, die Klaproth an derſelben aufgefunden hat, ſind folgende:

1. Dieſe Subſtanz verbindet ſich, wenn ſie aus ihren Auflöſungen in Säuren durch kohlenſaure Alkalien gefällt wird, mit der Kohlenſäure. Die Beſtandtheile von hundert Theilen dieſer kohlenſauren Verbindung beſtimmt Klaproth folgendermaßen:

Erde	65
Kohlenſäure	23
Waſſer	12
	100.

2. Die von der Kohlenſäure und dem Waſſergehalt durch Glühen befreiete Erde erſcheint ſtets von zimmtbrauner Farbe. Die Nüancen derſelben ſind verſchieden, je nachdem ein ſtärkerer oder ſchwächerer Feuersgrad angewendet wurde. Dieſe Farbe rührt weder von einem Hinterhalt des Eiſens, noch von einem verſteckten Magneſiumgehalt her, ſondern iſt eine Eigenthümlichkeit der Erde ſelbſt.

3. Im Kohlentiegel, dem Feuer des Porcellanofens ausgeſetzt, erlitt dieſe Subſtanz keine Veränderung, ſondern kam als ein lockeres braunes Pulver aus dem Feuer zurück.

4. Auf der Kohle vor dem Löthrohre glühet die Erde mit einem hellen Lichtſcheine.

Schmelzendes Phosphorſalz nimmt dieſelbe zwar in ſich auf, ohne ſie jedoch aufzulöſen, und erhält davon zarte

Streifen von zitronengelber Farbe, die ihr ein marmorirtes Anſehen ertheilen. Sie zertheilt ſich bloß flockig in dem ungefärbt bleibenden Boraxglaſe; in welcher Verbindung ſie aber ihre durch das Glühen angenommene bräunliche Farbe wieder verliert, und weißlich erſcheint.

5. Porcellan, das damit bemahlt und gebrannt wurde, erhielt eine braune Farbe; dieſe hatte ſich jedoch nicht gleichförmig verbreitet: ein Beweis, daß keine vollſtändige Auflöſung derſelben im Schmelzfluß ſtattgefunden hatte.

6. Die mit Kohlenſäure verbundene neue Subſtanz wird von den Säuren leicht und unter Aufbrauſen aufgelöſt. Der Geſchmack der neutralen Auflöſungen iſt ſchrumpfend. Mit hinlänglichem Waſſer verdünnt, erſcheinen die Auflöſungen farbenlos; im koncentrirten Zuſtande neigen ſie ſich in blaſſes Amethyſtroth. Die geglühete Erde wird dagegen von den Säuren im Kalten nur langſam aufgelöſt, und es erſcheinen die Auflöſungen, vorzüglich die ſalpeterſauren, von röthlich gelber Farbe. Dieſe Farbe verſchwindet aber bei der Verdünnung mit Waſſer.

7. Die Auflöſung dieſer Subſtanz in Schwefelſäure iſt kryſtalliſirbar. Gewöhnlich bilden ſich die Kryſtalle auf zweierlei Art. Diejenigen, welche in der Flüſſigkeit ſelbſt ſich bilden, ſcheinen eine Abänderung des Oktaëdrums zu ſeyn, ſind ſchwer, und von blaßamethyſtrother Farbe. Im Waſſer löſen ſie ſich nur ſchwer wieder auf, wozu ſie gewöhnlich nur eines Zuſatzes von Schwefelſäure bedürfen. Eine andre Art Kryſtalle ſetzt ſich an den Seiten des Gefäßes an, dieſe erſcheinen in koncentriſch-ſtrahlig zuſammengehäuften Nadeln, welche ſich auch leichter im Waſſer wieder auflöſen laſſen.

8. Gieſst man eine geſättigte Auflöſung des ſchwefelſauren Natrums zu einer konzentrirten neutralen Auflöſung dieſer Subſtanz in Salpeter= oder Salzſäure, ſo werden beide Auflöſungen zerſetzt. Es entſtehet ein weiſser, in Waſſer ſchwer auflöslicher Niederſchlag, der aus einer Verbindung der Erde mit Schwefelſäure beſtehet; letztere iſt jedoch in einer geringeren Menge vorhanden, als daſs das Salz auflöslich wäre. Durch Kochen dieſes Niederſchlages mit dem doppelten Gewichte kohlenſauren Natrums in Waſſer wird daraus die Erde in Verbindung mit Kohlenſäure abgeſchieden. Dieſes iſt zugleich ein Mittel, dieſe Subſtanz vorzüglich rein und frei von fremdartigen Beimiſchungen zu erhalten.

9. Auch von der ſchweflichten Säure wird die kohlenſaure Erde leicht aufgelöſt, dieſe Verbindung ſchieſst in nadelförmigen Kryſtallen von blaſſer Amethyſtfarbe an.

10. Die Auflöſung dieſer Subſtanz in Salpeterſäure ſcheint wenig geneigt zum Kryſtalliſiren zu ſeyn.

11. Die Auflöſung dieſer Erde in Salzſänre ſchieſst hingegen in prismatiſchen Kryſtallen an, welche ſich im Weingeiſte auflöſen, dieſem aber beim Verbrennen keine beſondere Färbung der Flamme mittheilen.

12. Die Auflöſung in Eſſigſäure gab beim Verdunſten keine Kryſtalle, ſondern dickte ſich zu einer weiſsen Maſſe ein.

13. Aus den Auflöſungen in Salpeter= und Salzſäure fällen die kohlenſauren Alkalien die Erde von milchweiſser Farbe. Der durch ätzende Alkalien bewirkte Niederſchlag geht ins Gelblichgraue über.

14. Durch das blauſaure Kali wird dieſe Subſtanz mit milchweiſser Farbe gefällt; die Salpeter= und Salzſäure löſen dieſen Niederſchlag wiederum klar auf. Sollte die auf-

gelöſte Erde einen Hinterhalt an Eiſen haben, ſo zeigt dieſen die bläulichte Farbe des Niederſchlags an.

15. Die Galläpfel-Tinktur bewirkt keine Veränderung.

16. Der Niederſchlag, welchen die Hydroſulfüre des Ammoniums hervorbringt, erſcheint unter gewöhnlicher gelblich weißer Farbe.

17. Mit Schwefelwaſſerſtoff angeſchwängertes Waſſer verurſachte keine Aenderung oder Trübung.

18. Die bernſteinſauren Neutralſalze ſchlagen die Erde in weißen Flocken nieder. Bedient man ſich daher dieſes Fällungsmittels zur Abſonderung des Eiſengehalts, ſo darf das zu dieſer Fällung erforderliche Verhältniß nicht überſchritten werden.

19. Phosphorſaures Natrum bewirkt einen weißen Niederſchlag, der nach hinzugeſetzter Salpeter- oder Salzſäure wieder verſchwindet.

20. Mit weinſteinſaurem Kali erfolgt daſſelbe.

21. Durch Kleeſäure und kleeſaure Neutralſalze erfolgt ebenfalls ein häufiger Niederſchlag. Das dadurch gebildete kleeſaure Salz, unterſcheidet ſich von den im Vorhergehenden beſchriebenen Niederſchlägen dadurch, daß es von der Salpeter- und Salzſäure nicht aufgelöſt wird; welches eine nähere Verwandſchaft der Kleeſäure zu dieſer Subſtanz anzeigt.

22. Die feuerbeſtändigen Alkalien äußern gegen dieſe Subſtanz kein Auflöſungsvermögen.

23. Das Ammonium ſcheint nur unter gewiſſen Umſtänden ein ſchwaches Auflöſungsvermögen zu beſitzen. Es wurde eine ſalpeterſaure Auflöſung, die jedoch von Eiſengehalt nicht völlig frei war, mit kohlenſaurem Ammonium gefällt, und

zugleich in reichlichem Verhältniſſe damit überſetzt. Nach einigen Tagen, während welchen die Miſchung öfters umgeſchüttelt worden, wurde die ammoniſche Flüſſigkeit, welche gelblich gefärbt erſchien, durchs Filtrum geſchieden, mit Schwefelſäure vollkommen neutraliſirt, und in die Wärme geſtellt. Es ſetzte ſich ein grauer Niederſchlag ab, der mit Salpeterſäure aufgelöſt, und mit blauſaurem Kali gefällt, blauſaures Eiſen gab. Nachdem dieſer abgeſchieden worden, fällte kohlenſaures Kali aus der noch übrigen Flüſſigkeit einen geringen Theil Erde in weißlichen Flocken.

Dieſes Verfahren würde zugleich die Mittel an die Hand geben, einen etwanigen Hinterhalt von Eiſen zu entdecken und hinwegzuſchaffen.

Den angeführten Eigenſchaften zufolge, ſieht Klaproth dieſe Subſtanz für eine eigenthümliche Erde an. Da ſie durch das Glühen eine hellbraune Farbe annimmt, ſo hat er ihr darum den Namen Ochroit-Erde (Ochroita) von dem griechiſchen Worte ωχρος (flavescens, bräunlich-gelb) gegeben.

Unter den Erden weiſt er ihr die Stelle zunächſt bei der Yttererde an, mit der ſie folgende Eigenſchaften gemein hat.

Sie bildet ſo wie dieſe mit der Schwefelſäure ein Salz in röthlichen Kryſtallen, und beide werden durch blauſaure Neutralſalze gefällt. Die neue Erde unterſcheidet ſich aber von der Yttererde dadurch, daß ſie mit Säuren verbunden keinen ſüßen Geſchmack äußert, daß ſie von kohlenſaurem Ammonium nicht, oder doch nur in unbedeutendem Verhältniſſe aufgelöſt wird, und daß ſie geglühet, von hellbrauner Farbe erſcheint.

Bei Prüfungen im Kleinen vermittelſt des Löthrohres

auf der Kohle, giebt ſie ihre Verſchiedenheit von der Yttererde dadurch zu erkennen, daß ſie weder vom Borax noch von den Phosphorſalzen aufgelöſt wird, die Yttererde hingegen mit beiden zur klaren farbenloſen Perle ſchmilzt.

Nicht als Erde, ſondern als Metalloxyde betrachten die Herren Hiſinger und Berzelius in Stockholm dieſe Subſtanz. Die von ihnen an derſelben bemerkte Eigenſchoften ſind folgende:

1. Wenn es ihnen auch nicht gelang, dieſe Subſtanz, welcher ſie den Namen Ceriumoxyde (von dem neuen durch Piazzi entdeckten Planeten Ceres) gaben, indem ſie dieſelbe mit Leinöl zu einem Teige gemacht, einem heftigen Feuer ausſetzten, zu reduciren, ſo ſchien ſie doch dem metalliſchen Zuſtande mehr genähert zu ſeyn *).

2. Sie verbindet ſich mit verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff. Durch die ätzenden Alkalien wird ſie aus ihren Auflöſungen in Säuren weiß niedergeſchlagen, dieſer Niederſchlag färbte ſich an der Luft gelb, welche Farbe beim völligen Austrocknen noch dunkler wurde. In ſtarkem Feuer gebrannt, wurde ſie dunkel ziegelfarben.

3. Wird das gebrannte (dunkel ziegelfarbene) Ceriumoxyde mit Schwefelſäure digerirt, ſo entſteht ſchwefelſaures Ceriumoxyde mit dem Maximum von Sauerſtoff von amethyſtrother Farbe. War die Säure koncentrirt,

---

*) Als Gahn Ceriumoxyde mit Bleioxyde, Kohle und Leinöl gemengt, einem heftigen Feuersgrade ausſetzte, ſo fand er einen beträchtlichen Verluſt an Blei, und die übrige Maſſe war eine ſchwarze, zerbrechliche, poröſe matte Bleikohle (carbure de plomb), die durch Reiben mit harten Körpern metalliſchen Glanz annahm, und viel Kohle enthielt. (Neues Allg. Jour. d. Chem. B. III. H. II. S. 217.)

ſo hält der überſchüſſige Antheil derſelben, wenig oder gar nichts aufgelöſt. Mit der Hälfte, oder einem größereren Antheile Waſſer verdünnt, bildete ſie eine gelbliche, ölichte Flüſſigkeit, die ſich an die Seitenwände des Gefäßes nicht anhängt, ſondern dieſelben, wenn man ſie herausgießt, ganz trocken läßt.

Wer die Säure mit ſechs, ſieben oder mehreren Theilen Waſſer verdünnt, und in gehöriger Menge zugeſetzt, ſo löſte ſie das Oxyde auf, ſtellte eine citrongelbe Flüſſigkeit dar, die beim Verdunſten derſelben, kleine prismatiſche, neben einander ſitzende goldfarbene Kryſtalle lieferte, welche ſaures ſchwefelſaures Ceriumoxyde mit dem Maximum von Sauerſtoff ſind.

Beim Zutritte der athmosphäriſchen Luft zerfallen dieſe Kryſtalle langſam zu einem gelben, gewiſſermaßen kryſtalliniſchen Pulver. Im Waſſer wieder aufgelöſt, zerſetzen ſie ſich, es ſcheidet ſich ein weißes Pulver ab, und die Auflöſung wird farbenlos. Dieſes weiße Pulver iſt ſchwefelſaures weniger oxydirtes Cerium. Aus der Auflöſung ſchießt beim Verdunſten, ſaures ſchwefelſaures gleichfalls weniger oxydirtes Cerium an. Die Kryſtalle dieſes Salzes ſind ſelten kubiſch, öfters aber in Bündel ſtrahlig zuſammengehäufte Prismen. Die Auflöſung hat einen ſüßen, hintennach aber zuckerſüßen zuſammenziehenden Geſchmack.

Von der Salzſäure wird das gelbe ſaure ſchwefelſaure Cerium durch Kochen desoxydirt; ſie entzieht ihm Sauerſtoff, und wird in gasförmige oxydirte Salzſäure verwandelt. Auch durch bloße Erhöhung der Temperatur wird dieſem Salze ein Theil ſeines Sauerſtoffes entzogen, und daſſelbe entfärbt. Bei noch mehr verſtärkter Hitze wird auch die überſchüſſige

Säure weggetrieben, und es bleibt ſchwefelſaures Cerium zurück. In ſtarkem Feuer anhaltend geglühet nimmt es wieder Sauerſtoff an, färbt ſich roth, und geht in den Zuſtand des ſchwefelſauren Ceriumoxydes zurück. Etwas ſchwerer hält es, das durch Salzſäure desoxydirte Cerium durch Glühen wieder zu oxydiren.

Die Alkalien zerlegen auf naſſem Wege das ſchwefelſaure Cerium nur unvollkommen. Das Ammonium ſchlägt aus der Auflöſung des ſchwefelſauren Ceriums ein dem Anſcheine nach reines Oxyde nieder, das aber noch mit einem Antheile Schwefelſäure verbunden iſt. Vollkommen zerlegt wird das ſchwefelſaure Cerium nur dann, wenn es mit ſeinem dreifachen Gewichte kohlenſauren Kali oder Natrum geglühet wird.

Das gebrannte ſchwefelſaure Ceriumoxyde hat eine braune Farbe; digerirt man es mit kauſtiſchem Ammonium, ſo entzieht dieſes demſelben einen Theil ſeiner Säure; es erhält dadurch eine lebhafte Fleiſchfarbe, die durch das Austrocknen bleicher wird. Mit konzentrirter Salzſäure, oder Salpeterſäure digerirt, wird es in geringer Menge und mit gelber Farbe aufgelöſt.

Wird eine Auflöſung des ſchwefelſauren Ceriums mit Kali niedergeſchlagen, ſo ſcheidet ſich, noch ehe die Sättigung vollſtändig erfolgt, eine dreifache Verbindung aus Schwefelſäure, Kali und Cerium aus. Wird zu viel Kali zugeſetzt, ſo wird ſie wieder zum Theil zerſtört. Das kalihaltige ſtarkoxydirte ſchwefelſaure Cerium hat eine zitronengelbe Farbe, das weniger oxydirte iſt weiß. Dieſe Verbindung wird auch erhalten, wenn ſalzſaures Cerium in eine Auflöſung von ſchwefelſaurem Kali getröpfelt wird. Schwefelſaures Am-

monium bringt dieſe Erſcheinung nicht hervor; ſo wie aber irgend ein kalihaltiges Salz zugeſetzt wird, ſo fällt jenes dreifache Salz zu Boden.

Setzt man dieſes dreifache Salz einer erhöhetem Temperatur aus, ſo ſchmilzt es; erhitzt man es mit Kohle, ſo wird ſchwefelhaltiges Kali und ſchwefelſaures Cerium erhalten. In verſchloſſenen Gefäßen mit kohlenſaurem Kali geſchmolzen, giebt es kohlenſaures Cerium und ſchwefelſaures Kali. Es enthält nicht völlig den dritten Theil Cerium.

In koncentrirter Salpeterſäure löſet es ſich auf, und aus dieſer Auflöſung ſchießt beim Erkalten ein ſaures Salz in Kryſtallen an. Es beſtehet aus ſaurem ſchwefelſaurem Kali mit etwas ſchwefelſaurem Cerium vermiſcht. Das dreifache aus Kali, Schwefelſäure und Cerium beſtehende Salz wird von der koncentrirten Salpeterſäure zerlegt; die Säure nimmt das Metall auf, und die Schwefelſäure bleibt im Uebermaaß mit dem Kali verbunden.

4. Die Salpeterſäure löſt das gebrannte Oxyde ſehr ſchwer, das mit Alkalien niedergeſchlagene reine oder kohlenſaure hingegen leicht auf. Die Auflöſung hat, wenn ſie mit Sauerſtoff geſättigt iſt, eine gelbgrünliche Farbe, weniger oxydirt iſt ſie farbenlos. Wird ſie bis zur Honigdicke verdunſtet, ſo ſchießt das Salz in tafelförmigen Kryſtallen an, die Feuchtigkeit aus der Luft einſaugen. Es ſchmeckt zuckerſüß. Völlig neutraliſirt ſetzt es, wie die neutralen Auflöſungen des Ceriums überhaupt, wenn ſie der athmosphäriſchen Luft ausgeſetzt wird, überoxydirtes Cerium ab. Das ganz ausgetrocknete Salz hat eine weißgelblichte Farbe, und wird nach abermaligem Auflöſen in Waſſer wieder farbenlos. Der Alkohol löſet es leicht auf.

Ein Zuſatz von Eiſen giebt der koncentrirten Auflöſung dieſes Salzes eine blutrothe Farbe, die durch Austrocknen ins Weißgelblichte übergeht, durch Wiederauflöſung aber zurückkommt.

Das weniger oxydirte farbenloſe ſalpeterſaure Cerium wird erhalten, wenn man das gelbe Salz in Alkohol auflöſt, und die Auflöſung anzündet, da das weiße Salz zurück bleibt.

Im Feuer wird es zerſtört, und die Säure ausgetrieben.

5. Die Salzſäure löſt das gebrannte Ceriumoxyde in der Kälte langſam, bei der Digeſtion leichter mit Aufbrauſen, und häufiger Entbindung des oxydirt ſalzſauren Gaſes auf. Die Auflöſung hat eine ſchwach gelbgrünliche Farbe, und einen ſehr ſüßen zuſammenziehenden Geſchmack. Sie kryſtalliſirt ſehr ſchwer, die eingetrocknete Salzmaſſe iſt weißgelb und ziehet Feuchtigkeit an. Nur einmal wurde dieſes Salz in weißen glänzenden vierſeitigen Prismen mit abgeſtumpften Endflächen kryſtalliſirt erhalten. In Alkohol löſet ſich daſſelbe leicht auf, und die Auflöſung brennt, wenn ſie koncentrirt iſt, mit gelber funkenwerfender Flamme. Das rückſtändige Salz iſt weiß, und ſeine Auflöſung farbenlos. Es iſt ſalzſaures Cerium mit dem Maximum von Sauerſtoff.

Wird es in verſchloſſenen Gefäßen dem Feuer ausgeſetzt, ſo entweicht erſtlich das Kryſtalliſationswaſſer, dann aber die Säure, als gasförmige oxydirte Salzſäure. Wird die Operation, ehe die Entbindung der Säure beendigt iſt, unterbrochen, ſo bleibt ein Theil ſalzſaures Cerium, das aber mit einer geringeren Menge Sauerſtoff verbunden iſt, unzerlegt zurück.

Iſt dem ſalzſaurem Cerium etwas ſalzſaures Eiſen bei-

gemengt, ſo ſublimirt ſich dieſes als eine braune, nicht kryſtalliſirte Maſſe, die ſehr zerfließend iſt, und in der Retorte bleibt weißes Ceriumoxyde zurück, das mit Waſſer angefeuchtet, und dem Zutritte der Luft ausgeſetzt, eine gelbe Farbe annimmt.

6. Sowohl von der freien, als von der mit Alkalien geſättigten Phosphorſäure, wird das ſalzſaure Cerium gefällt, der Niederſchlag iſt weiß, und in einem großen Uebermaaß von Salzſäure oder Salpeterſäure wieder auflöslich.

Wird das reine noch feuchte Oxyde mit Phosphorſäure digerirt, ſo wird dieſes Salz gleichfalls erhalten; es löſet ſich aber in einem Uebermaaß von Phosphorſäure nicht wieder auf.

7. Das kohlenſaure Ammonium ſchlägt das ſalzſaure Cerium ohne Aufbrauſen nieder; doch entweicht aus dem Niederſchlage nach und nach ein Theil der Kohlenſäure. Der Rückſtand behält ſeine Säure auch nach dem Austrocknen bei.

Das völlig trockene kohlenſaure Cerium hat eine weiße ins Bläulichte oder Grünlichte ſich ziehende Farbe; die Säuren löſen es mit Aufbrauſen auf, im freien Feuer läßt es ſeine Säure leicht fahren. In verſchloſſenen, vor dem Zutritte des Sauerſtoffes geſicherten Gefäßen, hält es auch eine leichte Glühung aus, ohne zerſetzt zu werden.

8. Die Auflöſung des Ceriums in Salzſäure wird durch die Arſenikſäure nicht verändert. Mit dem Oxyde deſſelben verbindet ſie ſich in der Digeſtion zu einem unauflöslichen Salze. Ein Ueberſchuß von Säure löſet dieſes Salz wieder auf, und bildet damit ſaures arſenikſaures Cerium. Die Auflöſung dieſes Salzes, ſetzt beim Verdunſten etwas neutrales arſenikſaures Cerium in Pulvergeſtalt ab. Der Rück-

ſtand kryſtalliſirt nicht, ſondern trocknet zu einer farbenloſen, gallertartigen Maſſe ein.

9. Aus den neutralen Auflöſungen des Ceriums in Säuren ſchlägt das molybdänſaure Ammonium ein weißes flockiges Salz nieder, das molybdänſaures Cerium iſt, und welches die Säuren wieder auflöſen.

10. Sowohl die ſauren als neutralen Verbindungen des Ceriums werden von der Kleeſäure niedergeſchlagen; nach Verſchiedenheit des Grades der Oxydation des Ceriums hat dieſer Niederſchlag eine weiße oder gelbe Farbe. Auch durch Digeſtion des Oxydes mit freier Kleeſäure wird dieſes Salz erhalten. Ueberſchüſſige Säure löſt es nicht auf; das ätzende Ammonium löſt es hingegen leicht, und mit gelber Farbe auf, durch Verdunſten ſetzt ſich etwas Oxyde ab; denn aber ſchießt das Salz regelmäßig in gelben nadelförmigen Kryſtallen an. Die reinen Alkalien ſchlagen davon nichts nieder.

11. Wird Weinſteinſäure mit friſch gefälltem Ceriumoxyde digerirt, ſo verbindet ſich die Säure damit zu einem ſchwerauflöslichen weinſteinſauren Salze. Man erhält dieſes Salz auch dadurch, daß man in eine neutrale Auflöſung des Ceriums weinſteinſaures Kali bringt. Dieſes wird wie das vorhergehende Salz vom ätzenden Ammonium aufgelöſt, die Verbindung iſt aber nicht kryſtalliſirbar. Reines Natrum ſcheidet davon etwas Ammonium aus, und giebt eine leicht kryſtalliſirbare Verbindung.

Das weinſteinſaure Cerium iſt im Waſſer nicht ganz unauflöslich, die Auflöſung wird durch kohlenſaures Kali zerſetzt.

12. Wird eine ſehr koncentrirte Auflöſung der Benzoeſäure mit friſchgefälltem Ceriumoxyde gekocht, ſo wird dieſes

aufgelöſt: beim Erkalten kryſtalliſirt zuerſt die überſchüßige Benzoeſäure, dann ſetzt ſich das benzoeſaure Cerium als ein ſchneeweißes Pulver ab.

13. Mit dem Oxyde des Ceriums digerirt giebt die Zitronenſäure ein unauflösliches Salz, das in einem Ueberſchuß von Säure wieder aufgelöſt wird. Das ſaure zitronenſaure Cerium hat eine gelbe Farbe, und iſt nicht kryſtalliſirbar. Der Alkohol entzieht demſelben etwas Waſſer, löſet es aber nicht auf.

14. Das gebrannte Ceriumoxyde wird von der Eſſigſäure ſehr unvollkommen, und nur durch Hülfe der Wärme, das durch Alkalien gefällte aber leicht aufgelöſt. Das neutrale eſſigſaure Cerium iſt in Waſſer leicht auflöslich, hat einen ſehr ſüßen Geſchmack, und ſchießt beim gelinden Verdunſten in körnigen auch kleinen ſpießigen Kryſtallen an. An der Luft verändern ſie ſich nicht, und ſind in Alkohol nur wenig auflöslich. Im Feuer ſchwillt dieſes Salz auf, glühet und wird zerſtört.

15. Die neutralen Auflöſungen des Ceriums werden von der freien Bernſteinſäure anfänglich getrübt; ſie werden aber bald wieder klar. Auch wenn in eine neutrale Auflöſung des ſalpeterſauren oder ſalzſauren Ceriums einige Tropfen bernſteinſaures Ammonium getröpfelt werden, erfolgt ein Niederſchlag der bald verſchwindet. Durch fortgeſetztes Zugießen ſchlägt ſich aber bald bernſteinſaures Cerium nieder. Dieſes Salz iſt weiß, und im Waſſer nicht ganz auflöslich, denn die Auflöſungen aus denen es abgeſchieden worden, halten noch eine kleine Menge davon zurück, die beim Verdunſten derſelben abgeſetzt wird, oder durch Alkalien zerlegt werden kann.

Durch Digeriren der Bernſteinſäure mit dem Oxyde des Ceriums erhält man eben dieſes Salz. Es iſt in Säuren ziemlich leicht auflöslich. Im Feuer brennt es mit blauer Flamme.

Da das bernſteinſaure Ammonium das eſſigſaure Cerium nicht zerſetzt, ſo giebt es ein ſehr gutes Mittel an die Hand eiſenfreies Cerium zu erhalten.

16. Bringt man in eine neutrale Auflöſung des ſalzſauren Ceriums kryſtalliſirte Gallusſäure, ſo wird eine geringe Menge eines weißen Bodenſatzes abgeſchieden. Kauſtiſche Alkalien machen ihn noch häufiger, und färben ihn licht chokoladenbraun. Setzt man das Alkali in verſchiedenen Antheilen zu, ſo nimmt der Niederſchlag mit der Menge des Alkali an Dunkelheit zu, wird rothbraun, und giebt zuletzt eine undurchſichtige Auflöſung, die aber wenn ſie gegen das Licht gehalten wird, dunkelgrün erſcheint.

17. Die blauſauren Neutralſalze ſchlagen die neutralen Auflöſungen des Ceriums weiß nieder. Der voluminöſe Bodenſatz gleicht dem durch Kochſalz gefällten Silber. Ein Ueberſchuß von Säure löſt das blauſaure Cerium leicht wieder auf.

18. Das ſchwefelwaſſerſtoffhaltige Ammonium macht die neutralen Auflöſungen des Ceriums erſtlich bräunlich, dann aber, wenn eine größere Menge zugeſetzt wird, erfolgt ein dunkelgrüner Niederſchlag. Das ſalzſaure Cerium nimmt nur eine dunkelgrüne Farbe an, wird aber etwas Alkali zugeſetzt, ſo wird die ſchwefelwaſſerſtoffhaltige Verbindung niedergeſchlagen. Beim Minimum der Oxydation wird das ſalzſaure Cerium unmittelbar durch das ſchwefelwaſſerſtoffhaltige Ammonium lichtgrün gefällt. Das ſchwefelwaſ-

ſerſtoff-

ſerſtoffhaltige wohl ausgetrocknete Cerium hat eine dunkelgraue, beinahe ſchwarze Farbe. Im Feuer wird es leicht zerſtört, und brennt, wenn man es in einen erhitzten, nicht aber glühenden Tiegel wirft, mit einer gelblichen, phosphoriſchen nur im Finſtern bemerkbaren Flamme.

19. Waſſerſtoffſchwefelhaltiges Ammonium bringt in den Auflöſungen des Ceriums einen ſchmutzig braunen Bodenſatz zuwege. Wird es im Uebermaaß zugeſetzt, ſo nimmt der Niederſchlag eine geſättigte grasgrüne Farbe an, die beim Trocknen lichtgrau wird. Das geſchwefelte Ceriumoxyde brennt im Feuer mit blauer Flamme, und es bleibt reines Ceriumoxyde zurück.

Beim Minimum der Oxydation wird das ſalzſaure Cerium von der gedachten Verbindung weiß niedergeſchlagen.

20. Noch iſt es nicht ganz ausgemacht, ob ſich das Cerium mit dem Phosphor verbinde.

21. Die ätzenden Alkalien löſen das Ceriumoxyde nicht auf; die feuerbeſtändigen ſelbſt beim Schmelzen nicht. Die kohlenſauren löſen es nur in geringer Menge auf, die Auflöſung iſt gelb, und wird von den Säuren zerlegt. Beim Schmelzen in verſchloſſenen Gefäßen erfolgt gleichfalls eine Auflöſung. Wird dieſer Verſuch in offenen Gefäßen vorgenommen, ſo wird das Cerium zu ſtark oxydirt, um nachher in der Auflöſung bleiben zu können. (Man ſehe über dieſen Gegenſtand: Neues allgem. Jour. der Chemie B. II. H. III. S. 303 ff. und H. IV. S. 397 ff.)

Einer unſrer erſten Scheidekünſtler weiſt, wie man aus dem Vorhergehenden erſiehet, einer Subſtanz ihre Stelle un-

ter den Erden an, während andre ſie aus ſehr triftigen Gründen den Metallen beizählen: abermals ein Beweis, daß die Gränzen welche die Kunſt ziehet, künſtliche Beſtimmungen ſind, welche die Natur nicht kennt. Bei ſo bewandten Umſtänden habe ich das Weſentlichſte, aus den Abhandlungen Klaproths und der Herren Hiſinger und Berzelius mitgetheilt; da beide Theile von ganz verſchiedenen Geſichtspunkten ausgehen, ſo mußte auch die Anſicht eines jeden iſolirt dargeſtellt werden. Da bei einem neuen Gegenſtande die Ueberſicht ungemein erleichtert wird, wenn man alles was davon bekannt iſt, zuſammenſtellt, ſo habe ich den vom Verfaſſer in den übrigen Theilen dieſes Werkes befolgten Weg verlaſſen.

Da die Darſtellung im metalliſchen Zuſtande bei mehreren Subſtanzen, die wir für metalliſch anerkennen, gar nicht, oder doch nur ſehr unvollkommen gelingt, ſo ſcheint die Verbindung mit dem Sauerſtoff der einzige Karakter zu ſeyn, der Erden von Metallen trennt, und dieſes hat mich beſtimmt, dem Cerium an dieſem Orte ſeine Stelle anzuweiſen.

Von einer andern metalliſchen Subſtanz wird in dem Journal des Mines Vendemiaire XII. N. 85. p. 46 — 63 (überſetzt im Neuen allgem. Jour. der Chemie B. II. H. I. S. 73 — 90) Nachricht gegeben.

Descotils wurde auf die verſchiedenen Farben, welche gewiſſe Platinſalze zeigen, aufmerkſam, und ſuchte dieſe Erſcheinung zu erklären.

Er glaubte die Färbung der rothen Platinſalze einem eigenthümlichen, in einem gewiſſen Grade oxydirten Metalle

zuſchreiben zu müſſen, welches in Säuren faſt unauflöslich ſey, ſich aber in Verbindung mit dem Platin auflöſe. Andre Eigenheiten die er an demſelben zu bemerken glaubte, ſind die, daß es durch Oxydation eine blaue ins Grüne übergehende Farbe annehme, und daß man es bisweilen von violetter Farbe erhalte; daß ſeine Oxyden wenn ſie mit Platin verbunden ſind, ſich in Alkalien auflöſen; daß ſie aus ihren Auflöſungen in Säuren durch ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas nicht niedergeſchlagen werden; daß ſie den Borax nicht färben; durch bloße Hitze zum Theil reducirt werden, zum Theil ſich verflüchtigen; daß ein Strom von Sauerſtoffgas dieſe Verflüchtigung begünſtige, und daß er mit Beihülfe der Wärme hinreiche, dieſes Metall zu oxydiren, und es mit blauer Farbe zu ſublimiren.

Die angeführten Eigenſchaften wodurch ſich dieſe Subſtanz von allen andern bekannten metalliſchen Subſtanzen unterſchied, veranlaßten Deſcotils dieſes Metall durch welches die Platinſalze roth gefärbt werden, für ein eigenthümliches zu erklären.

Fourcroy und Vauquelin veranlaßt durch die Verſuche von Muſſin Pouſchkin über das Platinamalgam, und die von Chenevix über die Syntheſis des Palladiums, unterwarfen das Platin einer genaueren Unterſuchung, und fanden faſt zu gleicher Zeit mit Deſcotils dieſes neue Metall.

Nachdem ſie das Platin durch Ausleſen der demſelben beigemengten Subſtanzen mechaniſch gereinigt hatten, ſo behandelten ſie es nacheinander unter Mitwirkung der Wärme mit Salzſäure, Salpeterſäure und Schwefelſäure in den Verhältniſſen wie 1 zu 3 bis 4.

Nach Anwendung dieſer Reinigungsmittel, und nachdem es gut abgewaſchen worden, war das Platin glänzender und merklich gleichartiger. Hierauf wurde es in einer auf erwärmten Sand geſtellten Glasretorte, dreimal nach einander mit ſtarker ſalpetriger Salzſäure digerirt. Das erſte und zweite Mal mit der ſiebenfachen, das dritte Mal mit nur halb ſo viel Säure (dem Gewichte nach) als die beiden erſten Male; und bei jeder dieſer Operationen wurde ein mehrſtündiges Sieden und Digeriren angewendet. Nach Beendigung dieſer Arbeiten blieb ein ſchwarzes Pulver zurück, welches aus Blättchen beſtand, die nicht mehr den vorigen Glanz des Platins hatten, und ungefähr ein Fünftheil deſſelben betrugen. Ein ähnliches ſchwarzes Pulver wurde aus den Auflöſuugen die durch das zweite und dritte Aufgießen der ſalpetrigen Salzſäure auf das Platin erhalten worden waren, abgeſchieden.

Dieſes Pulver wurde mit gleichen Theilen kauſtiſchem Kali in einem Platintiegel eine Stunde lang geſchmolzen. Die Maſſe welche dadurch eine ſehr grüne Farbe erhalten hatte, wurde mit Waſſer aufgeweicht, dem ſie die grüne Farbe mittheilte. Nachdem die grüne Flüſſigkeit filtrirt, und der ebenfalls noch grüne Rückſtand ausgewaſchen worden, wurde das in der Flüſſigkeit enthaltene Uebermaaß von Kali durch Salzſäure geſättigt, und die Miſchung erhitzt. Dadurch wurde die grüne Subſtanz in Geſtalt von Flocken abgeſchieden, und die Flüſſigkeit erhielt eine röthlich gelbe Farbe. Verſuche zeigten in derſelben unverkennbar die Gegenwart der Chromſäure.

Die Behandlung mit Kali und Säure darf nur zwei, höchſtens dreimal wiederholt werden, um eine völlige Zerſezzung des ſchwarzen Pulvers zu bewirken.

Beim Auslaugen der durch das Schmelzen mit Kali entſtandenen Maſſe entwich ein unſichtbarer Dunſt, der ſtark auf Augen und Schlund wirkte, und in letzterem eine Herbe und unerträgliches Zuſammenziehen veranlaßte, dem ähnlich, welches der Rettig oder die oxydirte Salzſäure hervorbringt.

Mehrere Verſuche, welche die Verfaſſer mit dieſem Dunſte anſtellten, um die Natur und den Urſprung deſſelben zu erforſchen, überzeugten ſie, daß er nur von dem neuen, dem Platin beigemiſchten Metalle herrühren könne. Sie ſammelten alle von der Zerſetzung des ſchwarzen Pulvers herrührende Laugen, und deſtillirten ſie aus einer Retorte, die mit einer in Waſſer gelegten Vorlage verſehen war.

Die deſtillirte Flüſſigkeit verbreitete denſelben Dunſt; die Korkſtöpſel, womit die Flaſchen, welche dieſe Flüſſigkeit enthielten, verſchloſſen waren, waren dunkelblau, faſt ſchwarz, gefärbt; ein Tropfen dieſer Flüſſigkeit, der auf die Hand fiel, verurſachte einen blauen Fleck, den weder Alkalien noch Säuren hinwegnehmen konnten. Der Geſchmack derſelben war äußerſt ſcharf und ätzend; es blieb ein Nachgeſchmack, dem nicht unähnlich, welchen die Silberauflöſung hervorbringt. Einige Tropfen Galläpfeltinktur färbten die Flüſſigkeit vortrefflich blau; blauſaures Kali verurſachte keinen Niederſchlag; die Flüſſigkeit nahm bloß eine rothe Farbe an, die durch hinzugeſetzte Salpeterſäure in Violett umgeändert wurde. Eine Zinnplatte ertheilte der Flüſſigkeit, welche vorher mit etwas Salzſäure verſetzt worden war, anfänglich eine Purpurfarbe, die bald ins Blaue überging, und nachdem ſie eine beträchtliche Menge ſchwarzer, in Säuren unauflöslicher Flocken abgeſetzt hatten, gänzlich verſchwand. Aehnliche Erſcheinungen bewirkten die Auflöſung des grünen ſchwefel=

ſauren Eiſens, und das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas. Durch Reagenzien konnte man in der Flüſſigkeit weder die Gegenwart eines freien Alkali, noch einer freien Säure entdecken.

Auffallend iſt es, daß ein Metall, welches allen damit vorgenommenen Prüfungen zufolge äußerſt ſtrengflüßig iſt, ſich ferner unter allen Metallen am ſchwerſten in Säuren auflöſt und oxydirt, ſich ſo leicht in Waſſer auflöſen und verflüchtigen läßt.

Um das neue Metall rein darzuſtellen, wurde nachſtehendes Verfahren befolgt. Das ſchwarze Pulver wurde auf die oben beſchriebene Art zerſetzt, die ſalzſauren Auflöſungen zuſammengegoſſen, dieſe in gelinder Wärme verdunſtet, um die darin befindliche Kieſelerde abzuſcheiden, und dann wieder in Waſſer aufgelöſt. In die filtrirte ſchön roth gewordene Auflöſung wurde etwas Salzſäure geſchüttet, und Zinkſtäbchen hineingeſtellt. Dadurch wurde das Metall niedergeſchlagen. Der Niederſchlag wurde hierauf mit vielem Waſſer ausgewaſchen und zuletzt mit etwas Salzſäure behandelt, um alles etwa dabei befindliche Eiſen hinwegzuſchaffen. Durch nachheriges Trocknen in gelinder Wärme wurde der Niederſchlag weiß, und nahm einen ſtarken Metallglanz an. Der Zuſatz von etwas Salzſäure iſt darum nöthig, um ein ſchwaches Aufbrauſen hervorzubringen, wodurch das Anhängen des neuen Metalls an das Zink verhindert wird.

Dieſes Metall iſt weiß, faſt wie das Platin; ſpröde, und ſehr leicht zu pulvern. Wenn es aus einer ſeiner Auflöſungen durch Zink niedergeſchlagen worden, und vor dem Löthrohre ſtark erhitzt wird, ſo verflüchtigt es ſich als ein weißer Rauch, und verſchwindet gänzlich.

Wird daſſelbe im reinen Zuſtande ſehr fein zertheilt mit

dem gleichen Gewicht Kali geſchmolzen; ſo wird es durch den Sauerſtoff der Athmosphäre oxydirt, und es entſtehet dadurch eine nach dem Erkalten grünliche Maſſe. Wäſcht man dieſe mit Waſſer, ſo löſt ſich das Kali mit einem Theile des Oxyde auf, aus dieſer Auflöſung welche eine röthliche Farbe hat, fällen Säuren das Oxyde iu röthlichen Flocken. Wird Salzſäure auf den ausgewaſchenen Rückſtand gegoſſen, ſo wird dieſer davon zum Theil aufgelöſt. Die Auflöſung hat eine ſehr dunkelgrüne Farbe, die aber bei einem Zuſatz von Waſſer blau wird.

Keine einfache Säure greift dieſes Metall an; ſelbſt von der ſalpetrigen Salzſäure ſind mehr als 300 Theile erforderlich, um einen Theil deſſelben aufzulöſen. Es gehört demnach zu den am ſchwerſten auflöslichen Metallen: wahrſcheinlich weil ſeine Verwandſchaft zum Sauerſtoff, und die ſeines Oxyde zu den Säuren ſehr ſchwach iſt. Auch gehört es zu denjenigen Subſtanzen, welche die Säuren nur ſehr unvollkommen ſättigen, und ſeine Salze ſind nur mit einem Uebermaaß derſelben auflöslich. Wird das Metall unmittelbar in ſalpetriger Salzſäure aufgelöſt, ſo beſitzt die Flüſſigkeit eine ſich etwas ins Roſenrothe ziehende rothe Farbe; beim Abdampfen nimmt ſie gegen das Ende, wenn ſie ſehr dick zu werden anfängt, oft eine ſehr reine blaue Farbe an, die bei vollkommner Austrocknung wieder roth wird.

Das mit Hülfe des Kali und der athmosphäriſchen Luft oxydirte Metall, löſt ſich leicht in den Mineralſäuren auf. Die Schwefel- und Salzſäure, werden nach Verſchiedenheit des Grades ihrer Stärke grün oder blau: die Salpeterſäure hingegen nimmt, wenn ſie koncentrirt iſt, ſtets eine rothe Farbe an. Die Alkalien fällen dieſe Auflöſungen mit der ih-

nen eigenen Farbe; die rothen roth, die grünen grün. Den rothen Niederſchlag löſen die Alkalien wieder auf, den grünen nicht.

Das blauſaure Kali verändert die Farbe dieſer Auflöſungen, wofern ſie eiſenfrei ſind, nicht; die durch etwas Kali unterſtützte Galläpfel-Tinktur färbt ſie violet, und verurſacht einen braunrothen Niederſchlag; das grüne ſchwefelſaure Eiſen macht die Auflöſung zuerſt violett; nachher wird ſie grün, und ſetzt mit Hülfe der Wärme ein ſchwarzes Pulver ab. Der ſchwefelhaltige Waſſerſtoff entfärbt augenblicklich dieſe Auflöſungen, und es ſetzt ſich nachher in der Wärme ein ſchwarzbraunes Pulver ab. Die meiſten Metalle, und das Zink bringen die rothe Farbe gleich zum Verſchwinden, und ändern ſie in die gelblichgrüne um, die nachher in dem Maaße abnimmt, als ſich grüne Flocken niederſchlagen.

Die blaue ſälzſaure Auflöſung verhält ſich zu den Reagenzien etwas anders als die rothe. Die oxydirte Salzſäure giebt ihr eine grüne Farbe, die nur durch Wärme und Verdampfen roth wird. Mit ſchwefelhaltigem Waſſerſtoffgaſe angeſchwängertes Waſſer, zerſtört unter Ausſcheidung von blauen Flocken die blaue Farbe, und läßt eine rothe mit grünlicher Schattirung zurück. Zink ändert ſie in grün, nachher in Röthlichgelb um; zuletzt entfärbt ſich die Flüſſigkeit, und ſetzt ſchwarze, mit einigen grünen gemiſchte Flocken ab.

Aus den angeführten Erſcheinungen geht hervor, daß dieſer metalliſche Stoff nur wenig Anziehung zum Sauerſtoff habe, indem er ſich ſo ſchwer damit verbindet, und wenn er damit verbunden iſt, ihn ſo leicht an andre Körper abſetzt, von denen mehrere, nicht einmal die erſten Stellen unter den oxydirbaren einnehmen. Ferner ſcheint es ſich mit verſchie-

denen Antheilen Sauerſtoff verbinden zu können, und daher ſeine verſchiedene Farben zu rühren. Auch die Flüchtigkeit welche das eine Oxyde dieſes Metalls bei der Deſtillation zeigt, ſcheint eine Folge der verſchiedenen Menge Sauerſtoff, mit der es verbunden iſt, zu ſeyn.

In dem ſchwarzen Pulver ſcheint das Metall ſich in vollkommenem metalliſchen Zuſtande zu befinden, und von jeder Verbindung, eine kleine Menge Platin ausgenommen, frei zu ſeyn. Noch eine andere Eigenthümlichkeit dieſes Metalles darf nicht übergangen werden; die lebhafte Wirkungen welche es auf organiſche Stoffe ausübt. Man ſehe hierüber Annales de Chimie N. 148. p. 5-26. und Neues allg. Journal der Chemie B. II. H. III. S. 269—282; und B. III. H. III. S. 262—276.

So ſehr ſich dieſes Metall durch ſeine Eigenſchaften von allen bisher bekannten Metallen zu unterſcheiden ſcheint, ſo müſſen doch noch fernere Verſuche angeſtellt werden, um ſich von der Eigenthümlichkeit deſſelben zu vergewiſſern. Mehrere der angeführten Erſcheinungen machen einen verlarvten Chromgehalt wahrſcheinlich; und aus den Phänomenen welche die Verflüchtigung dieſer Subſtanz begleiten, ſollte man faſt auf die Gegenwart des Tellurs ſchließen.

Nachſtehende Tabelle enthält die Veränderungen der Dichte, welche mehrere Metalle erleiden, wenn ſie mit Gold zuſammengeſchmolzen werden. Sie rührt von Hatchett her, und iſt in den Phil. Trans. vom Jahre 1803 abgedruckt. Hatchett wurde zu dieſen Verſuchen durch einen Auftrag der Regierung veranlaßt, die hievon bei dem Münzweſen

Gebrauch machen wollte. Die Verſuche beſchäftigten den genannten Chemiſten von 1798 bis 1801. Er verſuchte die Verbindung 13 verſchiedener Metalle mit dem Golde, und prüfte die Eigenſchaften der daraus entſtehenden Metallgemiſche. Hiervon iſt das Erforderliche, bei jedem einzelnen Metalle angeführt worden. Andre nicht ſowohl chemiſche als vielmehr phyſiſche Eigenſchaften, z. B. über das Verhalten wenn dieſe Gemiſche der Friction ausgeſetzt werden u. ſ. w. muß man in der Abhandlung ſelbſt aufſuchen.

Gemiſche.	Specifiſches Gewicht.	Gew. in Granen.	Volumen vor der Verbindung in Granen Waſſer.		Volumen nach der Verbindung.	Ausdehnung.	Zuſammenziehung.	Specif. Gewicht des Gemiſches.
Gold Silber	19,172 10,474	442 38	23,05 3,63	26,68	26,78	0,0037		17,927
Gold Kupfer	19,172 8,895	442 38	23,05 4,27	27,32	27,98	0,0241		17,157
Gold Eiſen	19,172 7,700	442 38	23,05 4,94	27,99	28,43	0,0226		16,885
Gold Zinn	19,172 7,291	442 38	23,05 5,21	28,26	27,73		0,0187	17,307
Gold Blei	19,172 11,352	442 38	23,05 3,35	26,40	26,54	0,0053		18,080
Gold Nickel	19,172 7,807	442 38	23,05 4,87	27,92	28,12	0,0072		17,068
Gold Zink	19,172 7,065	442 38	23,05 5,38	28,43	28,34		0,0051	16,937
Gold Wism.	19,172 9,822	442 38	23,05 3,87	26,92	26,61		0,0115	18,083
Gold Antim.	19,172 6,712	442 38	23,05 5,66	28,71	28,35		0,0125	16,929
Gold Kobalt	19,172 7,645	442 38	23,05 4,97	28,02	28,05		0,0107	17,112
Gold Silber Kupfer	19,172 10,474 8,895	442 19 19	23,05 1,80 2,14	27,00	27,67	0,0248		17,344

Vier und zwanzigſter Abſchnitt.

Allgemeine Bemerkungen.

Der Gegenſtand der vorhergehenden Abſchnitte, war die Beſchreibung der Eigenſchaften der verſchiedenen Metalle, und die Unterſuchung der Zuſammenſetzungen, welche ſie mit dem Sauerſtoffe, den einfachen brennbaren Stoffen und untereinander bilden.

1. Folgende Tabelle läßt mit einem Blick die vorzüglichſten Eigenſchaften derſelben überſehen.

Metalle.	Farbe.	Härte.	Specifiſches Gewicht.	Temperatur, bei der ſie ſchmelzen.	Streckbarkeit.	Zähigkeit.
Gold.	Gelb.	6½	19,300	32 W.	282000	157
Platin.	Weiß.	8	23,000	170 + W		274
Silber.	Weiß.	7	10,510	28 W	160000	187
Queckſilber.	Weiß.		13,558	— 39 F		
Kupfer.	Roth.	7½	8,870	27 W		302
Eiſen.	Blaugrau.	9	7,788	158 W		549
Zinn.	Weiß.	6	7,299	442 F	2000	31
Blei.	Bläulichweiß	5½	11,352	540 F		18
Nickel.	Weiß.	8½	9,000	150 W		
Zink.	Weiß.	6½	7,190	700 F		
Wismuth.	Weiß	7	9,822	460 F	0	
Antimonium.	Grau.	6½	6,860	809 F	0	
Tellurium.	Weiß.		6,115	540 + F	0	
Arſenik.	Weiß.	5	8,310	400? F	0	
Kobalt.	Weiß.	6	8,150	150 W	0	
Magneſium.	Weiß.	9	7,000	160 W	0	
Scheelium.	Grau.	10	17,600	170 + W	0	
Molybdän.	Grau.		7,500		0	
Uranium.	Grau.	6	6,440		0	
Titarium.	Roth.	9			0	
Chromium.	Weiß.				0	

(W. zeigt Wedgwoods Pyrometer, F. Fahrenheit's Thermometer an.)

2. Alle Metalle können ſich mit Sauerſtoff verbinden; ſie gehören mithin in die Klaſſe der brennbaren Stoffe. Die Verwandſchaft derſelben zum Sauerſtoff iſt verſchieden; einige entziehen denſelben andern Metallen, und zerſetzen die Oxyden derſelben. Die Ordnung, in welcher ſich die Metalle in Rückſicht ihrer Verwandſchaft zum Sauerſtoff folgen, kann, ſo weit dieſes ausgemittelt worden iſt, aus der Tabelle,

welche dem erſten Kapitel dieſes Buches beigefügt worden iſt, erſehen werden.

Das Metall, welches am begierigſten den Sauerſtoff aus der Athmosphäre anzieht, iſt darum keinesweges dasjenige, welches die ſtärkſte Verwandſchaft zu demſelben hat. Das Arſenik verliert z. B. in ſehr kurzer Zeit ſeinen Glanz in der freien Luft, deſſenungeachtet iſt ſeine Verwandſchaft zum Sauerſtoff nicht ſo groß als die des Zinnes, das doch Jahre lang der Luft ausgeſetzt werden kann, ohne ſeinen Glanz zu verlieren. Man würde demnach irren, wenn man die Verwandſchaft des Metalls zum Sauerſtoff nach der Abſorbtion des Sauerſtoffs aus der Luft beſtimmen wollte.

Enthalten beſtimmte Quanta Sauerſtoff.

Einige Metalle verbinden ſich nur mit einem Antheile Sauerſtoff, und bilden daher nur ein Oxyde; allein die Mehrzahl derſelben verbindet ſich mit zwei bis drei Antheilen, und ſtellt mehrere Oxyden dar, welche gewöhnlich durch die Farben von einander unterſchieden werden. Dieſe Antheile ſind bei verſchiedenen Metallen und bei verſchiedenen Oxyden verſchieden; allein dieſelbe beſtimmte Menge Sauerſtoff iſt ſtets erforderlich, um ein beſtimmtes Oxyde zu bilden. Kurz jedes Oxyde beſtehet, wie Prouſt und andere Naturforſcher gezeigt haben, aus einer beſtimm- Menge Metall und Sauerſtoff.

Hieraus folgt, daß die Metalle nicht eine unbeſtimmte, ſondern nur eine beſtimmte Menge von Verbindungen mit dem Sauerſtoff eingehen können; und daß jedes einzelne Oxyde aus einer beſtimmten Menge Metall und Sauerſtoff, die chemiſch mit einander verbunden ſind, beſtehe. So kann ſich z. B. das Eiſen nicht wie man ſonſt wähnte, mit allen Mengen Sauerſtoff die zwiſchen 0,27 und 0,48 denkbar ſind,

verbinden, und dem gemäß eine ſehr große Anzahl von Oxyden darſtellen: es verbindet ſich genau nur mit 0,27 oder 0,48 Theilen; und ſtellt demnach nur zwei Oxyden dar, das ſchwarze und rothe. Auf gleiche Art verbindet ſich jedes andre Metall mit beſtimmten Antheilen Sauerſtoff, und bildet entweder zwei, oder nach Beſchaffenheit deſſelben mehrere Oxyden.

Folgende Tabelle enthält ſoweit als dieſer ſchwierige Gegenſtand bis jetzt ausgemittelt worden iſt, die verſchiedene Anzahl der Metall-Oxyden, und die Menge Sauerſtoff welche in einem Theil jedes Oxyde enthalten iſt.

Metalle.	Oxyden.	Farben.	Verhaltniß des Sauerſtoffs.
Gold.	1 2	Purpurroth. Gelb.	 0,10.
Platin.		Gelb.	0,07.
Silber.	1 2	Grau. Weiß.	0,10.
Queckſilber.	1 2 3 4	Schwarz. Weiß. Roth.	0,04. 0,107. 0,15.
Kupfer.	1 2	Orange. Braun.	0,115. 0,20.
Eiſen.	1 2	Schwarz. Roth.	0,27. 0,48.
Zinn.	1 2	Gelb. Weiß.	0,20. 0,28.
Blei.	1 2 3 4	Grau. Gelb. Roth. Braun.	 0,09. 0,21.
Nickel.		Grün.	0,33.

Metalle.	Oxyden.	Farben.	Verhältniß des Sauerſtoffs.
Zink.	1 2	Gelb. Weiß.	0,12. 0,20.
Wismuth.	1 2	Braun. Weiß.	 0,187.
Antim.	1 2	Weiß. Weiß.	0,185. 0,23.
Tellurium.		Weiß.	
Arſenik.	1 2	Weiß. Säure.	0,248. 0,346.
Kobalt.	1 2 3	Blau. Grün. Schwarz.	
Magneſium	1 2 3	Weiß. Roth. Schwarz.	0,20. 0,26. 0,40.
Scheelium.	1 2	Schwarz. Gelb.	 0,20.
Molybdän.	1 2 3 4	Schwarz. Blau. Grün. Weiß.	
Uranium.		Gelb.	0,44.
Titanium.	1 2 3	Blau. Roth. Weiß.	
Chromium.	1 2 3	Grau. Braun. Roth.	 0,67.
Columbium.		Weiß.	
Tantalium.		Weiß.	

Verbindung mit brennbaren Stoffen.

3. Einer der einfachen brennbaren Stoffe, der Waſſerſtoff, geht ſo weit unſere jetzigen Kenntniſſe reichen, keine Verbindung mit den Metallen ein. Zwar löſet das Waſſerſtoffgas unter gewiſſen Umſtänden eine geringe Menge Eiſen, Zink, Arſenik oder die Oxyden dieſer Metalle auf, vielleicht auch Zinn, allein dieſe Auflöſungen ſind nicht beſtändig. Der Kohlenſtoff verbindet ſich nur mit dem einen Metalle, dem Eiſen. Zwar findet man ihn zuweilen auch im Zink und Magneſium, allein ſtets an Eiſen gebunden.

Der Schwefel verbindet ſich mit allen Metallen, das Gold und vielleicht das Titanium ausgenommen *). Zwei Metalle Zinn und Zink verbinden ſich als Oxyden mit dem Schwefel, und bilden ſchwefelhaltige Oxyden. Die ſchwefelhaltige metalliſche Verbindungen ſind alle ſpröde; die meiſten derſelben haben eine dunkle Farbe, und ſind ohne metalliſchen Glanz. Einige derſelben zeichnen ſich aber doch durch die Schönheit ihrer Farbe aus, und werden mit dem beſten Erfolge als Mahlerfarben gebraucht.

Alle Metalle (vielleicht mit Ausnahme des Wismuthes und Queckſilbers) verbinden ſich mit dem Phosphor.

Die metalliſchen phosphorhaltigen Verbindungen ſind bis jetzt noch zu keinen beſondern Zwecken verwendet worden. Die meiſten derſelben haben metalliſchen Glanz, und alle ſind, mit Ausnahme des phosphorhaltigen Zinnes, Bleies, und

---

*) Prouſt hat gezeigt, daß das Platin ſich mit Schwefel verbinden könne, und daß ſchwefelhaltiges Platin in der Natur gefunden wird. Ann. de Chim. XXXVIII, 149.

und Zinks ſpröde. Im Allgemeinen laſſen ſich ſowohl der Schwefel als Phosphor durch die Einwirkung der Hitze abſcheiden.

4. Es ſcheint nicht, daß die einfachen unverbrennlichen Stoffe ſich mit den Metallen verbinden können; doch verbindet ſich einer derſelben, die Salzſäure, ſehr leicht mit den metalliſchen Oxyden.

Metallgemiſche. 5. Faſt alle Metalle verbinden ſich mit einander, und ſtellen Metallgemiſche dar, von denen einige für Künſte und Gewerbe von der größten Wichtigkeit ſind. Man hielt dieſe Eigenſchaft von jeher für eine Eigenthümlichkeit der Metalle, und noch jetzt iſt ſie das beſte Kennzeichen, um die metalliſche Natur einer Subſtanz auszumitteln. Noch fehlt viel daran, um damit dieſer Gegenſtand in chemiſcher Rückſicht erſchöpft ſey. Mehrere dieſer Gemiſche ſind bis jetzt noch gar nicht unterſucht worden, und das Verhältniß der Beſtandtheile iſt für die meiſten noch nicht ausgemittelt. Es fehlt auch bis jetzt an einem zuverläßigen Verfahren, um die Verwandſchaft der Metalle gegen einander zu beſtimmen. Die Ordnung der Verwandſchaften welche für jedes Metall angegeben worden, iſt die durch Bergmann beſtimmte, dieſer geſtehet aber ſelbſt, daß es ihm an den erforderlichen Datis gefehlt habe, um die größtmöglichſte Genauigkeit zu erreichen. Künſtler und Handwerker kennen dieſe Metallgemiſche beſſer als die Chemiſten. Eine Unterſuchung derſelben, die durch die Kenntniſſe welche der gegenwärtige Zuſtand der Chemie darbietet, geleitet würde, müßte weſentlich zur Verbeſſerung eines der wichtigſten Zweige menſchlicher Induſtrie beitragen.

Zweite Abtheilung.

Von den nicht ſperrbaren Stoffen.

Die in den vorhergehenden Kapiteln beſchriebene Subſtanzen ſind von der Art, daß man ſie anhäufen, und in ſchickliche Gefäße einſchließen kann, um mit ihnen zu experimentiren, und ſie einer genauen Unterſuchung zu unterwerfen. Diejenigen Stoffe, welche jetzt den Gegenſtand unſerer Beſchäftigung ausmachen werden, ſind von ganz anderer Beſchaffenheit. Wir können ſie nicht anhäufen, um ſie zu künftigen Verſuchen aufzubewahren. Sie ſind ſo fein, daß ſie alle unſere Gefäße durchdringen, und haben eine ſo ſtarke Verwandſchaft zu andern Subſtanzen, daß ſie keinen Augenblick in einem iſolirten Zuſtaude verbleiben. Dieſe Eigenthümlichkeiten haben die Unterſuchung derſelben ausnehmend ſchwierig gemacht, und eine Menge von Theorien und Hypotheſen veranlaßt, die mit großem Scharfſinne von ausgezeichneten Naturforſchern vertheidigt worden ſind. Wir kennen bis jetzt vier in dieſe Klaſſe gehörende Stoffe, nemlich: Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus. Der zuletzt genannte Stoff kann bei dem jetzigen Zuſtande unſerer Wiſſenſchaft kaum als zur Chemie gehörend betrachtet werden, und von dem dritten werde ich in einem eigenen Werke handeln. Ich beſchränke mich demnach hier nur auf die beiden erſten Stoffe, denen ich die folgenden Kapitel widmen will. Ihre genaue Verbindung mit dem Verbrennen, dem wichtigſten Proceſſe der Chemie, hat von jeher

die vorzügliche Aufmerkſamkeit der Chemiſten auf ſich gelenkt, und die Aufſuchung ihrer Eigenſchaften zu dem intereſſanteſten Theile der Chemie gemacht. Ich werde mit der Betrachtung des Lichtes anfangen, weil daſſelbe vollſtändiger als die Wärme unterſucht worden iſt, und man die Eigenſchaften deſſelben mit größerer Genauigkeit ausgemittelt hat.

Erſtes Kapitel.

Vom Lichte.

Jedermann kennt das Sonnenlicht, Kerzenlicht, und das Licht, welches andere brennende Subſtanzen verbreiten; eben ſo iſt es eine allgemein bekannte Thatſache, daß das Licht die Körper ſichtbar macht.

Natur des Lichtes. Ueber die Natur dieſes Lichtes ſind von den Naturforſchern zwei verſchiedene Theorien aufgeſtellt worden. Huygens hielt es für eine feine, den Raum erfüllende Flüſſigkeit, welche die Körper durch die wellenförmige Bewegung, in die es verſetzt werde, ſichtbar mache. Dieſer Theorie zufolge bringt die aufgehende Sonne dieſes Fluidum in Bewegung, die Wellen dehnen ſich allmählig aus, erreichen endlich unſer Auge, und wir ſehen die Sonne. Huygens Meinung wurde gleichfalls von Euler angenommen, der ſeinen ganzen mathematiſchen Scharfſinn anwandte, um dieſelbe zu unterſtützen.

Die übrigen Naturforſcher, mit Newton an der Spitze, betrachten das Licht als eine eigenthümliche Subſtanz,

die aus ſehr kleinen Theilen beſteht, ununterbrochen aus den leuchtenden Körpern ausſtrömt, ſich in graden Linien bewegt, und dadurch die Gegenſtände leuchtend macht, daß ſie ſich aus denſelben entwickelt und in das Auge dringt. Newton gründete dieſe Theorie auf den feſten Grund des mathematiſchen Beweiſes; indem er zeigte, daß ſich alle Erſcheinungen bei dem Lichte mit mathematiſcher Evidenz aus derſelben ableiten laſſen. Huygens und Euler hingegen ſuchten ihre Hypotheſe nicht ſowohl dadurch, daß ſie unmittelbare Beweiſe für dieſelbe beibrachten, ſondern durch Einwürfe zu ſtützen, die ſie gegen Newtons Theorie erregten. Selbſt dann, wenn dieſe Einwürfe völlig gegründet wären, würden nicht ſowohl ihre Meinungen, ſondern nur dieſes erwieſen werden, daß unter den Erſcheinungen, die bei dem Lichte vorkommen, manche ſind, welche ſich nicht vollkommen begreifen laſſen: eine Wahrheit, die jeder einräumen muß, für welche Parthie er ſich auch immer erkläre.

Newton und ſeine Schüler zeigten auf der andern Seite unwiderſprechlich, daß die bekannten Erſcheinungen des Lichtes völlig unverträglich mit den wellenförmigen Bewegungen einer Flüſſigkeit ſind, und daß, wenn dieſes ſtatt fände, keine Finſterniß möglich wäre. Außerdem führten ſie eine große Anzahl unmittelbarer Beweiſe an, welche die Anhänger der entgegengeſetzten Theorie unmöglich zu widerlegen im Stande waren. Die Newtoniſche Theorie iſt mithin ungleich wahrſcheinlicher, als die andere. Unter der Vorausſetzung alſo, daß ſich das Licht aus den leuchtenden Körpern ununterbrochen entwickele, wollen wir jetzt zur Unterſuchung der Eigenſchaften deſſelben fortgehen.

Schnelligkeit derſelben. 1. Roemer *), ein däniſcher Aſtronom, bewies zuerſt, daß das Licht 8 Minuten Zeit brauche, um den halben Durchmeſſer der Erdbahn zu durchlaufen; mithin bewegt es ſich durch einen Raum von beinahe 40,000 Meilen in einer Sekunde. Dieſe Entdeckung von Roemer wurde in der Folge durch Bradley's äußerſt ſinnreiche Theorie von der Abirrung des Lichtes der Fixſterne, erläutert und beſtätigt **).

Größe der Theilchen. Aus dieſer ausnehmenden Schnelligkeit des Lichtes laſſen ſich einige Schlüſſe auf die Größe der Theilchen derſelben machen. In der Mechanik wird gezeigt, daß die Kraft, mit welcher ein bewegter Körper einen anderen trifft, durch das Produkt aus ſeiner Maſſe in die Geſchwindigkeit, mit welcher er ſich bewegt, beſtimmt werde. Eine vier und zwanzigpfündige Kugel, die mit der Hand geworfen wird, macht auf eine Mauer keinen beſondern Eindruck; ſchießt man ſie aber aus einer Kanone ab, wodurch ihr 1300 Fuß Geſchwindigkeit in einer Sekunde ertheilt werden, ſo ſchlägt ſie die Mauer ein. Je größer demnach die Geſchwindigkeit iſt, mit welcher ſich ein Körper bewegt, um ſo größer iſt die Wirkung, welche er hervorzubringen im Stande iſt. Man kann demnach mit einem noch ſo kleinen Körper eine jede beliebige Wirkung hervorbringen, wenn man nur ſeine Geſchwindigkeit gehörig vermehrt. Auf der anderen Seite, um zu bewirken, daß ein Körper dieſelbe Wirkung leiſte, muß man ſeine Maſſe vermindern, ſo wie ſeine Geſchwindigkeit vermehrt wird.

---

*) Phil. Trans. XII, 83.
**) Ibid. XXXV, 637. XLV, 1.

Nun iſt die Geſchwindigkeit des Lichtes ſo groß, daß wenn ein Theilchen deſſelben $\frac{1}{1000}$ eines Granes wöge, die Gewalt deſſelben größer ſeyn würde, als die einer abgeſchoſſenen Flintenkugel. Ja wöge es nur $\frac{1}{1000000}$ eines Granes, ſo würde es noch alles vernichten, gegen das es anſchlüge. Selbſt dann, wenn man hiervon ein Millionentheilchen nähme, würde die Gewalt deſſelben noch immer ſehr merklich ſeyn. Aber um wie viel weniger muß das Gewicht eines Lichttheilchens betragen, da es nicht die mindeſte Wirkung auf ein ſo feines Werkzeug, als das Auge, hervorbringt. Wir ſind überzeugt, daß kein Lichttheilchen $\frac{1}{1000000000000}$ Gran wiegt; aber wenn wir ihm auch dieſe Größe gäben, ſo wird der Zuſatz, oder die Hinwegnahme von 9000 Millionen ſolcher Theilchen von einem Körper keine ſolche Gewichtsveränderung veranlaſſen, daß ſie die feinſte Wage anzugeben im Stande wäre. Man muß demnach jeden Verſuch, die Anhäufung des Lichtes in einem Körper durch Gewichtsveränderung beſtimmen zu wollen, als völlig fruchtlos aufgeben.

Brechung des Lichtes. 3. Geht ein Lichtſtrahl durch daſſelbe Medium, oder geht er ſenkrecht von einem Medium in ein anderes, ſo ſetzt er ſeinen Weg fort, ohne die Richtung zu verändern; geht er aber ſchief aus einem Medium in ein anderes von verſchiedener Dichte, ſo weicht er etwas von ſeiner erſten Richtung ab, und nimmt eine andere an. Man ſagt alsdann von ihm, er ſey gebrochen worden. Geht der Lichtſtrahl in ein dichteres Medium über, ſo wird er gegen das Perpendikel gebrochen; geht er hingegen in ein dünneres, ſo wird er vom Perpendikel hinweggebrochen. Im allgemeinen hängt die Größe der Brechung von der Dichtheit des Medi=

ums ab: iſt aber das Medium eine brennbare Subſtanz, ſo iſt die Brechung größer, als ſie unter anderen Umſtänden ſeyn würde *). In demſelben Medium hat der Sinus des Einfallwinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels ſtets daſſelbe Verhältniß.

Zurückwerfung des Lichtes. 4. Fällt ein Lichtſtrahl auf die Oberfläche ſolcher Körper, welche entweder ganz, oder doch in einigem Grade undurchſichtig ſind, ſo ſendet die undurchſichtige Fläche den Lichtſtrahl zurück; ſo wie es bei einer Kugel der Fall ſeyn würde, die ſchief gegen einen harten Gegenſtand geworfen worden. Man ſagt hierauf von dem Lichtſtrahle, er ſey zurückgeworfen worden. Der Zurückſtrahlungswinkel iſt ſtets dem Einfallswinkel gleich. Iſt die Oberfläche des Mediums polirt, wie bei Spiegeln, ſo dringen die ſchiefen Lichtſtrahlen gar nicht in daſſelbe ein, ſondern werden zurückgeworfen, ſo wie ſie ſich der Oberfläche dieſer Subſtanz nähern. Alle Oberflächen ſind im Stande, eine größere oder geringere Menge ſchief auffallender Lichtſtrahlen zurückzuwerfen. Das Zurückwerfen der Lichtſtrahlen geſchieht überhaupt nur von den Oberflächen.

Beugung des Lichtes. 5. Fährt ein Lichtſtrahl in einer gewiſſen Entfernung paralell an einem Körper vorbei, ſo wird er gegen denſelben hingelenkt. Läßt man durch eine kleine, in dem Fenſterladen angebrachte Oefnung einen Lichtſtrahl in ein verfinſtertes Zimmer fallen, ſo bildet er, wenn er mit einem Papiere aufgefangen wird, auf dieſem einen kleinen,

*) Die Kenntniß dieſes Geſetzes veranlaßte Newton zu der Vermuthung, daß der Diamant ein brennbarer Körper ſey, und das Waſſer einen brennbaren Beſtandtheil enthalte. Newton's Optic. p. 270.

runden, leuchtenden Fleck. Stellt man zwei Federmeſſerklingen auf der entgegengeſetzten Seite der Oefnung mit ihren Schneiden nahe an einander, ſo wird der leuchtende Fleck nach und nach breiter. Hieraus ſieht man, daß diejenigen Lichtſtrahlen, welche zunächſt an den Meſſerſchneiden vorbeigingen, von ihrer erſten Richtung abgelenkt, und gegen dieſe hingebogen wurden. Dieſe Eigenſchaft des Lichtes wird die Beugung deſſelben genannt.

6. Iſt die Entfernung, in welcher ein Lichtſtrahl parallel bei einem Körper vorbeifährt, etwas größer, ſo wird er von dieſem entfernt. Man ſagt alsdann, der Lichtſtrahl ſey abgelenkt worden.

Newton hat gezeigt, daß dieſe verſchiedenen Erſcheinungen von der Anziehung herrühren, die zwiſchen dem Lichte, und dem Medium, durch welches es ſich bewegt; dem Medium, dem es ſich nähert, oder von den in ſeiner Nachbarſchaft befindlichen Körpern herrühre.

Undurchſichtigkeit u. Durchſichtigkeit.

7. Einige Subſtanzen, wie das Waſſer, ſind durchſichtig, oder geſtatten dem Lichte einen freien Durchgang; andere, wie das Eiſen, ſind undurchſichtig, und erlauben nicht, daß das Licht durch ſie hindurchgehe. Nun muß man aber wohl annehmen, daß die Beſtandtheile aller Körper weit genug von einander entfernt ſind, um den Durchgang des Lichtes nicht zu verhindern; folglich muß die Undurchſichtigkeit und Durchſichtigkeit nicht von der Entfernung der Theilchen der Körper, ſondern von etwas anderm abhängen.

Newton hat gezeigt, daß ſich die Durchſichtigkeit der Körper nur dann erklären laſſe, wenn man annimmt, daß die Theilchen der durchſichtigen Körper eine gleichförmige La-

ge, und eine gleiche Dichtheit habe. Dringt ein Lichtſtrahl in einen ſolchen Körper ein, ſo wird er nach jeder Richtung gleich ſtark angezogen, dieß iſt aber eben ſo viel, als wenn er gar nicht angezogen würde, und demnach ohne Hinderniß durch den Körper hindurchginge. In den undurchſichtigen Körpern liegen die Theilchen entweder nicht gleichförmig, oder haben eine ungleiche Dichte. Daher wird der Lichtſtrahl ungleich angezogen, muß ununterbrochen ſeine Richtung verändern, und kann demnach nicht ſeinen Weg durch den Körper hindurchnehmen.

Wird in 7 Strahlen zerlegt.

8. Läßt man einen Lichtſtrahl durch ein dreiſeitiges Prisma hindurchgehen, und fängt man denſelben mit einem Blatte weißen Papieres auf, ſo iſt das Sonnenbild nicht zirkelförmig, ſondern länglicht, und wird von halbzirkelförmigen Bogen begränzt. In dieſem Falle wird die Brechung des Lichtes beträchtlich durch die Figur des Prisma vermehrt. Beſteht nun das Licht aus einer Sammlung von Lichtſtrahlen von verſchiedener Brechbarkeit, ſo werden ſie von einander geſchieden werden. Die am wenigſten brechbaren werden diejenige Stelle des leuchtenden Zirkels einnehmen, den der durch das Prisma nicht gebrochene Strahl würde gebildet haben; die anderen werden ſich mehr oder weniger, nach Verſchiedenheit ihrer Brechbarkeit, von demſelben entfernen. Die längliche Figur des Sonnenbildes zeigt, daß das Licht aus Strahlen von verſchiedener Brechbarkeit beſtehe, und da in demſelben ſieben verſchiedene Farben wahrgenommen worden, ſo hat man die Lichtſtrahlen unter ſieben Klaſſen gebracht. Die Farben beobachten folgende Ordnung: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet. Das rothe Licht wird am ſchwächſten, das violette

am ſtärkſten gebrochen; die übrigen folgen ſich in Rückſicht der Brechbarkeit, in der Ordnung, in welcher ſie genannt worden ſind. Newton fand durch wirkliches Meſſen, daß, wenn er das ganze Sonnenbild in 360 Theile eintheilte, dann

das rothe Licht	45	ſolcher	Theile	einnahm.
= orange =	27	=	=	=
= gelbe =	48	=	=	=
= grüne =	60	=	=	=
= blaue =	60	=	=	=
= indigo =	40	=	=	=
= violette =	80	=	=	=

Man hat aber ſpäter gefunden, daß die verhältnißmäßige Länge der Farbenbilder nach Verſchiedenheit des brechenden Mediums etwas verſchieden ausfalle.

9. Sowie die verſchieden gefärbten Lichtſtrahlen in Anſehung der Brechbarkeit verſchieden ſind, ſo ſind ſie es auch in Rückſicht der Reflexion und Beugung. Der rothe Strahl wird am ſchwächſten zurückgeworfen und gebogen, der violette am meiſten; die übrigen nach der Ordnung, die ſie im prismatiſchen Farbenbilde einnehmen.

10. Jeder dieſer gefärbten Strahlen iſt beſtändig; er mag noch ſo oft gebrochen, oder zurückgeworfen werden, ſo leidet er dadurch keine Veränderung.

Die hier aufgezählten Eigenſchaften des Lichtes, machen den Gegenſtand der optiſchen Wiſſenſchaften aus. Sie zeigen auf eine unwiderlegliche Weiſe, daß das Licht von andern Körpern überhaupt angezogen, und ins beſondere auf eine verſchiedene Art angezogen wird. Denn die brennbaren Subſtanzen, alle übrigen Umſtände gleich geſetzt, brechen das Licht ſtärker und ziehen es demnach auch ſtärker an, als an=

dere. Es iſt aber die Aenderung in Rückſicht der Stärke der Anziehung, welches das characteriſtiſche Kennzeichen der chemiſchen Verwandſchaft ausmacht. Hieraus folgt, daß die Anziehung, welche zwiſchen dem Lichte und andern Subſtanzen ſtatt findet, von der chemiſchen Verwandſchaft nicht verſchieden ſey. Die Wichtigkeit dieſer Bemerkung wird ſich in der Folge ergeben.

Erleuchtende Kraft der verſchiedenen Lichtſtrahlen.

11. Die Lichtſtrahlen unterſcheiden ſich in Rückſicht der Kraft, mit welcher ſie Gegenſtände erleuchten. Bedient man ſich nach und nach einer gleichen Menge der verſchiedengefärbten Lichtſtrahlen, um einen kleinen Gegenſtand z. B. ein gedrucktes Blatt zu erleuchten, ſo findet man, daß wenn man ihn aus derſelben Entfernung betrachtet in Anſehung der Deutlichkeit ein Unterſchied ſtatt findet. Man muß dem Gegenſtande am nächſten ſtehen, um ihn deutlich zu ſehen, wenn er von den violetten Strahlen erleuchtet wird; man ſieht ihn in einer größeren Entfernung deutlich, wenn man ſich hiezu der indigoblauen Lichtſtrahlen bedient. Bei Erleuchtung durch die blauen, kann man ſich weiter, noch weiter bei der Erleuchtung durch die dunkelgrünen, und am allerweiteſten von dem Körper, unbeſchadet der Deutlichkeit des Sehens, entfernen, wenn er durch die hellgrünen oder am meiſten dunkelgelben erleuchtet wird. Man muß ſich dem Gegenſtande mehr nähern, wenn er durch die orange Lichtſtrahlen, und noch mehr, wenn er durch die rothen erleuchtet wird. Hieraus ſieht man, daß die gegen die Mitte des Farbenbildes liegenden Strahlen die größte erleuchtende Kraft beſitzen, ſo wie die an den Enden befindlichen, die geringſte; und daß die erleuchtende Kraft der Strahlen allmählich von der Mitte des Farbenbildes ge=

gen die Enden deſſelben abnimmt. Dieſe Thatſachen ſind durch Herſchels Verſuche ausgemittelt worden *).

Das Licht dringt in den Körper ein. 12. Das Licht dringt in die Körper ein, bleibt mit ihnen verbunden, und wird nachmals ohne Veränderung aus ihnen entwickelt. Beccaria und verſchiedene andere Naturforſcher haben durch Verſuche gezeigt, daß mehrere Subſtanzen dadurch, daß man ſie dem Lichte ausſetzt, leuchtend werden **). Man lernte dieſe Eigenſchaft kennen, indem man dieſe Körper unmittelbar aus dem Lichte an einen dunkeln Ort brachte, oder das Zimmer verdunkelte, in dem ſie ſich befanden. Mehrere dieſer Subſtanzen verlieren zwar die Eigenſchaft zu leuchten in kurzer Zeit, erhalten ſie aber wieder, wenn man ſie dem Lichte ausſetzt, und dieſes kann man bei mehreren ſo oft wiederholen, als man will. Canton hat mehrere ſehr intereſſante Verſuche über dieſen Gegenſtand angeſtellt, und eine Zuſammenſetzung entdeckt, welche dieſe Eigenſchaft in einem vorzüglichen Grade beſitzt ***). Er kalcinirte gewöhnliche Auſterſchalen eine halbe Stunde lang in einem ſtarken Kohlenfeuer, ſtieß ſie alsdann zu Pulver, und ſchied durch ein Sieb die feinſten Theile davon ab. Drei Theile dieſes Pulvers vermiſchte er mit einem Theile Schwefel, drückte die Maſſe feſt in einen Schmelztiegel ein, und erhielt ſie eine Stunde laug im Rothglühen. Die am ſtärkſten leuchtenden Theile der Miſchung wurden abgekratzt, und zum Gebrauche in einer trockenen, wohl verſtopften Flaſche aufbewahrt †). Setzt man dieſe Miſchung

*) Phil. Trans. 1800. p. 255. **) Ibid. LVIII, 337.

***) Ibid. LXI, 212.

†) Higgins hat das Verfahren, den kantonſchen Pyrophor zu bereiten, merklich verbeſſert. Er trägt in einen Schmelz-

wenige Sekunden dem Lichte aus, ſo leuchtet ſie nachmals ſo ſtark, daß man an einem dunkeln Orte die Zahlen auf einer Taſchenuhr erkennen kann. Nach einiger Zeit verliert ſie die Eigenſchaft, Licht zu verbreiten, ſie erhält ſie aber wieder, wenn ſie aufs Neue dem Lichte ausgeſetzt wird. Das Licht wird demnach nicht allein von andern Körpern afficirt, ſondern es verbindet ſich auch mit ihnen, und verläßt ſie nachher, ohne verändert worden zu ſeyn.

Es iſt allgemein bekannt, daß das Licht beim Verbrennen entwickelt wird; man hat gegen die eben geäußerte Behauptung die Einwendung gemacht, daß das Leuchten jener Körper nur von einem langſamen unmerklichen Verbrennen derſelben herrühre. Allein mehrere von Beccaria gemachte Erfahrungen ſind von der Art, daß unmöglich ein Verbrennen bei denſelben ſtatt finden konnte. Ein Gegenſtand, deſſen er ſich zu ſeinen Verſuchen bediente, war ſeine eigene Hand, und mehrere andere von denen, zu dieſen Verſuchen angewandten Subſtanzen waren ganz unverbrennlich. Die von Canton beobachteten Erſcheinungen ſind mithin mit dem Begriffe des Verbrennens völlig unverträglich. Canton's Pyrophor leuchtete nur allein, wenn er dem Lichte ausgeſetzt wurde, und verlor dieſe Eigenſchaft im Dunkeln. Nun iſt es aber nicht die Einwirkung des Lichtes bei der gewöhnlichen Temperatur der athmosphäriſchen Luft, welche verbrennliche Körper leuchtend macht, ſondern die Gemeinſchaft mit der athmosphäriſchen Luft. Dauert dieſelbe Tem-

---

tiegel die Auſterſchalen, ohne ſie zu zerſtoßen, ſchichtweiſe mit dem Schwefel ein; und nachdem er ſie der erforderlichen Temperatur ausgeſetzt hat, verwahrt er ſie in Flaſchen mit eingeriebenen Stöpſeln auf.

peratur fort, ſo hören ſie nicht eher auf zu leuchten, als bis ſie völlig verzehrt ſind; und wenn ſie aufhören, ſo iſt es nicht die Anwendung des Lichtes, ſondern des Wärmeſtoffes, welche ſie leuchtend macht. Canton's Pyrophor hingegen erhält die Eigenſchaft zu leuchten, wenn er ſie verloren hat, nicht durch die Anwendung der Hitze wieder; es ſey denn, daß dieſe zugleich mit Licht vergeſellſchaftet wäre. Die einzige Wirkung, welche die Hitze auf den Cantonſchen Pyrophor hervorbringt, iſt die, daß ſie die Abſcheidung des Lichtes aus demſelben befördert, mithin die Dauer ſeines Leuchtens verkürzt.

Zwei Glaskugeln, von denen jede etwas von dieſem Pyrophor enthielt, wurden hermetiſch verſiegelt, der Einwirkung des Lichtes ausgeſetzt, und an einen finſteren Ort gebracht. Eine davon, die in ein Gefäß mit kochendem Waſſer getaucht wurde, leuchtete ungleich ſtärker, als die andern, allein in zehn Minuten hörte ſie auf zu leuchten, während die andere länger als zwei Stunden Licht ausſtrömte. Nachdem ſie zwei Tage lang an einem finſteren Orte aufbewahrt worden, ſo wurden ſie beide in ein Gefäß mit heißem Waſſer getaucht; derjenige Pyrophor, welcher vorher in Waſſer gelegen hatte, leuchtete nicht, während der andere leuchtend wurde, und eine beträchtliche Zeit zu leuchten fortfuhr. Keiner von beiden leuchtete in der Folge bei der Anwendung von heißem Waſſer: näherte man ihnen aber ein Eiſen, das ſo ſchwach glühte, daß es kaum im Finſteren bemerkbar war, ſo gaben ſie ihr noch übriges Licht von ſich; und leuchteten dann nicht mehr, wenn ſie auf die beſchriebene Art behandelt wurden. Setzte man ſie aber zum zweitenmale dem Lichte aus, ſo konnte man die eben beſchriebenen Erſcheinungen aufs

Neue an ihnen wahrnehmen; ja ein brennendes Licht und die Elektricität ertheilten ihnen ein ſchwaches Leuchten. Die erzählten Thatſachen ſind offenbar mit der Idee des Verbrennens unverträglich, und zeigen zur Genüge, daß das Licht allein die wirkende Urſache ſey, und daß es in die leuchtenden Körper eingedrungen iſt.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob das Licht, welches die Pyrophore ausſtrahlen, von derſelben Beſchaffenheit ſey, als dasjenige, welchem ſie ausgeſetzt waren. Wilſon hat gezeigt, daß wenigſtens in einigen Fällen hierin ein Unterſchied ſtatt finde; und daß vorzüglich bei einigen Pyrophoren die blauen Lichtſtrahlen eine größere Wirkung hervorbringen, als andere, und die Entwickelung des rothen Lichtes veranlaſſen. Herr von Groſſer hat daſſelbe in Rückſicht des Diamanten, welcher ein natürlicher Pyrophor iſt, dargethan *). Dieſer Bemerkungen ungeachtet iſt es keinem Zweifel unterworfen, daß das Leuchten dieſer Subſtanzen von der Einwirkung des Lichtes herrühre, und daß dieſe Erſcheinung mit dem Verbrennen in keiner Verbindung ſtehe.

Und verbindet ſich mit ihnen.

13. Das Licht dringt nicht allein in die Körper ein, ſondern macht auch einen Beſtandtheil derſelben aus. Daß dieſes der Fall ſey, iſt durch mehrere Verſuche, die Tanton **) vor langer Zeit angeſtellt, Hulme ***) kürzlich wiederhohlt, und beträchtlich erweitert hat, dargethan worden. Es iſt eine längſt bekannte Thatſache, daß mehrere Speiſen, vorzüglich Fiſche, wenn ſie eben im Be=

---

*) Jour. de Phys. XX, 276.

**) Phil. Trans. LIX, 446.

***) Ibid. 1800. pag. 161.

griffe ſind, in Fäulniß überzugehen, im Finſteren leuchten, mithin Licht aus ſich entwickeln. Dieß iſt vorzüglich der Fall mit dem Wittlinge (whiting), dem Häringe und der Makrele. Ueberſchüttet man eine halbe Drachme von jeder dieſer Arten in eine Flaſche mit 2 Unzen Seewaſſer, oder mit reinem Waſſer, in welchem eine halbe Drachme Kochſalz, oder zwei Drachmen ſchwefelſaure Bittererde aufgelöſt worden; ſo bemerkt man, wenn das Gefäß an einen dunklen Ort hingeſtellt wird, nach Verlauf von drei Tagen einen leuchtenden Ring auf der Oberfläche der Flüſſigkeit; wird dieſe geſchüttelt, ſo verbreitet ſich das Leuchten durch die ganze Maſſe derſelben, und hält mehrere Tage an. Läßt man die Flüſſigkeiten frieren, ſo verſchwindet das Licht, kommt aber, ſo wie ſie aufthauen, wieder zum Vorſchein. Eine mäßige Hitze vermehrt das Leuchten, die Siedhitze zerſtört es aber gänzlich. Das Licht verſchwindet auch bei einem Zuſatze von Waſſer, Kalkwaſſer, von Waſſer in dem kohlenſaures, oder ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas befindlich iſt; beim Zuſatze von gegornen Flüſſigkeiten, geiſtigen Flüſſigkeiten, Säuren, Alkalien und Waſſer das mit verſchiedenen Salzen, als Salmiak, Kochſalz, ſchwefelſaurer Bittererde geſättigt worden: ſo wie man aber dieſe Auflöſungen verdünne, kommt das Licht wieder zum Vorſcheine. Dieſes Licht bringt keine merkliche Wirkung auf das Thermometer *) zuwege. Die angeführten Verſuche laſſen keinen Zweifel übrig, daß das Licht einen Beſtandtheil der genannten Subſtanzen

---

*) Dieſelben Verſuche gelingen, wie Dr. Hulme gezeigt hat, mit Canton's Pyrophor.

ſtanzen ausmache, und daß es der erſte ſey, welcher bei einer beginnenden Zerlegung derſelben entweiche.

Erklärung der Entſtehung der Farben.

14. Faſt alle Körper haben die Eigenſchaft, Licht zu abſorbiren, ungeachtet ſie es nicht, wie die Pyrophore, und die thieriſchen Körper, wieder ausſtrömen. Sie abſorbiren aber nicht ohne Unterſchied alle Lichtſtrahlen; einige abſorbiren eine Art der gefärbten Strahlen, andere eine andere Art, während ſie die übrigen zurückwerfen. Dieß iſt die Urſache von der verſchiedenen Farbe der Körper. Ein rother Körper, z. B. wirft die rothen Strahlen zurück, und abſorbirt die übrigen. Ein grüner reflektirt die grünen Strahlen, vielleicht die blauen und gelben, und ſaugt die übrigen ein. Ein weißer Körper wirft alle Lichtſtrahlen zurück, und abſorbirt keine, während ein ſchwarzer Körper im Gegentheile alle Strahlen einſaugt, und keine zurückwirft. Die verſchiedenen Farben der Körper hängen demnach von der Verwandſchaft eines jeden für beſondere Strahlen, und dem Mangel der Verwandſchaft für andere ab.

Das Licht bringt Veränderungen in den Körpern zuwege.

15. Die Abſorbtion des Lichtes durch die Körper verurſacht in ihnen auffallende Veränderungen. Pflanzen können z. B. ziemlich gut im Finſtern wachſen; allein in dieſem Falle iſt ihre Farbe ſtets weiß, ſie haben faſt gar keinen Geſchmack, und enthalten nur eine ſehr geringe Menge des brennbaren Stoffes. Setzt man ſie aber nur eine kurze Zeit der Einwirkung des Lichtes aus, ſo färben ſie ſich grün, ihr Geſchmack wird ausgezeichneter, und die Menge des brennbaren Stoffes nimmt beträchtlich zu *). Dieſe Veränderungen ſind leicht zu erklä-

*) Folgende ſehr auffallende Bemerkung des Profeſſor Robi-

ren, und hängen offenbar von der Wirkung des Lichtes ab. Ein anderes ſehr merkwürdiges Beiſpiel von der Wirkung des

---

ſon verdient vorzügliche Aufmerkſamkeit. Seine Worte ſind folgende: „Ich hatte im Herbſte des Jahres 1774 Veranlaſſung, ein Kohlenbergwerk zu beſuchen, und traf hier von Ungefähr auf eine ſehr üppig wachſende Pflanze, die zahlreiche, tief eingeſchnittene weiße Blätter hatte, und mir völlig unbekannt war. Ich erkundigte mich bei den Bergleuten nach derſelben, allein keiner konnte mir Auskunft über dieſelbe geben. Ich ließ nun einen Zweig derſelben herauf an das Tageslicht bringen, um von den Arbeitern zu erfahren, was es für eine Pflanze ſey; allein niemand hatte jemals dergleichen geſehen. Als ich einige Tage nachher den Zweig, welcher an der Einfahrt der Grube lag, erblickte, bemerkte ich, daß er welk geworden und abgeſtorben war; und ich bildete mir ein, daß dieſes eine Folge des Mangels an Waſſer wäre. Als ich ihn aber genauer betrachtete, bemerkte ich, daß eine neue Vegetation erfolgte, indem neue Sprößlinge aus dem Stamme hervorkamen, und daß dieſe eine grüne Farbe hatten. Dieſes brachte mir ſogleich die merkwürdigen Beobachtungen von Dufay ins Gedächtniß, und ich ließ den Zweig ſorgfältig in die Erde ſetzen und begießen. Ich wurde hierzu um ſo mehr angetrieben, weil es mir ſchien, daß meine Finger jetzt durch Berührung deſſelben einen ſehr gewürzhaften Geruch angenommen hatten. Nach Verlauf einer Woche hatte dieſe Pflanze verſchiedene Blätter und Zweige von gewöhnlichem Rheinfarn (Tanacetum) getrieben. Nun erinnerten ſich die Arbeiter, daß die Sprößlinge aus einem anſtoßenden, bei einer alten Hütte befindlichen Garten genommen worden wären, wo noch jetzt eine große Menge Rheinfarn unter dem Graſe wuchs. Ich ließ nun mehrere Ableger von dieſer Pflanze herauf bringen, welche alle dieſelben üppigen weißen Blätter hatten. Wurden dieſelben zwiſchen den Fingern zerquetſcht, ſo gaben ſie gar keinen gewürzhaften Geruch von ſich. Ungeachtet dieſe Pflanzen ſorgfältig begoſſen wurden, ſo welkten ſie doch, und ſtarben ab; und aus den Wurzeln ſproßten neue Stängel und häufige Blätter hervor. Sie waren nicht alle von derſelben Art, allein einige waren gewöhn

Lichtes, iſt die Wiederherſtellung der Metalloxyden. Die rothen Oxyden des Queckſilbers und Bleies werden, wenn man ſie dem Lichte ausſetzt, ungleich heller; unter ähnlichen Umſtänden werden die weißen Silberſalze in kurzer Zeit ſchwarz, und das Oxyde wird hergeſtellt. Das Oxyde des Goldes läßt ſich auf dieſelbe Art reduciren. Das Licht beſitzt alſo die Eigenſchaft, den Sauerſtoff aus mehreren Oxyden abzuſcheiden. Scheele, welcher mit großer Genauigkeit dieſe Erſcheinungen beobachtet hat, fand, daß der violette Lichtſtrahl ſchneller das Oxyde des Silbers reducirt, als einer der übrigen Strahlen *); und Sennebier hat dargethan, daß eben dieſer Strahl vorzüglich geſchickt ſey, die grüne Farbe der Pflanzen zu entwickeln **). Berthollet bemerkte, daß während der Reduction der Oxyden eine beträchtliche Menge Sauerſtoffgas entwickelt wurde ***)

---

licher Rheinfarn, und völlig mit dem aromatiſchen Safte dieſer Pflanze durchdrungen, und ganz grün.

„Ich habe dieſelben Verſuche mit der größten Sorgfalt mit Liebſtöckel (Livisticum vulgare, Münze und Feldkümmel wiederholt. Alle dieſe Pflanzen wuchſen ſehr gut in der Tiefe im Dunkeln, allein ſie hatten weiße Blätter und die Zweige waren nicht aufwärts gerichtet, ſondern lagen flach am Boden. An keiner dieſer Pflanzen konnte man in den Blättern und Zweigen Aehnlichkeit mit der urſprünglichen Geſtalt derſelben auffinden. Alle ſtarben am Tageslichte ab, und die Wurzeln trieben alsdann Zweige, welche die eigenthümliche Geſtalt, ſo wie den charakteriſtiſchen Geruch der Pflanzen hatten. Dr. Black's Lecturis I, 532.

*) Scheele phyſ. chem Schriften. B. I. S. 144.

**) Mem. Physico-Chim. II, 72.

***) Jour. de Phys. XXIX, 81. Wird ſalzſaures Silber dem Sonnenlichte ausgeſetzt, ſo wird es faſt augenblicklich ſchwarz. In dieſem Falle wird, wie Berthollet gleichfalls beobachtet

Enthält desoxydirende Lichtſtrahlen, die nicht wärmen.

Bis vor kurzem glaubte man, daß dieſe Reduction der Metalloxyden durch die wärmenden Strahlen des Lichtes hervorgebracht würde; allein Wollaſton, Ritter und Böckmann haben gezeigt, daß das ſalzſaure Silber ſehr raſch geſchwärzt werde, wenn man es außerhalb dem Bereich des violetten Strahles, und gänzlich über die Gränzen des prismatiſchen Farbenbildes hinausrückt. Hieraus folgt, daß dieſe Veränderungen nicht durch die wärmenden Strahlen, ſondern durch Strahlen hervorgebracht werden, welche unfähig ſind die Gegenſtände ſichtbar zu machen, und die gleichfalls keine merkliche Wärme hervorbringen. Sie müſſen ferner ungleich brechbarer, als die wärmenden Strahlen ſeyn, da ſie ſich außerhalb der Gränze des Farbenbildes, nemlich jenſeit der violetten Lichtſtrahlen befinden.

Aus dieſen merkwürdigen Verſuchen folgt, daß das Sonnenlicht wenigſtens aus zwei Arten von Strahlen beſtehe. Eine dieſer Arten iſt die, welche die Körper ſichtbar macht, und eine andere, diejenige, welche ſalzſaures Silber ſchwärzt, und metalliſche Oxyden wiederherſtellt. Es iſt keineswegs unwahrſcheinlich, daß alle anderen chemiſchen Veränderungen, welche das Sonnenlicht in den Körpern hervorbringt, von dieſer zweiten Klaſſe von Lichtſtrahlen, die bis jetzt noch keinen beſonderen Namen erhalten haben, herrühren. Da die Wirkung der verſchiedenen prismatiſchen Farben auf die metalliſchen Oxyden mit ihrer Brechbarkeit zunimmt, und da die Wirkung in einer gewiſſen Entfernung

---

hat, nicht Sauerſtoffgas, ſondern Salpeterſäure entwickelt. Jour. de Phys. LVI, 80.

jenſeit des violetten Lichtes am grôßten iſt, ſo kann man ſchwerlich anſtehen zuzugeben, daß die wärmenden Strahlen gar keinen Einfluß auf dieſe Erſcheinungen haben; ſondern daß dieſelben von den anderen, oder den desoxydirenden Strahlen herrühren, die mithin mit den wärmenden vermiſcht ſind, und mit der grôßeren Brechbarkeit an Menge zunehmen. In der Folge wird gezeigt werden, daß außer dieſen beiden Arten von Strahlen, im Sonnenlichte noch eine dritte enthalten ſey, die ſich ſowohl in ihrer Natur als Wirkungen von beiden unterſcheidet.

16. Dieß ſind die Eigenſchaften des Lichtes, in ſo fern ſie bis jetzt unterſucht worden ſind. Sie reichen hin, uns zu überzeugen, daß es mehrere Eigenſchaften mit anderen Kôrpern gemein hat. Es wird von den Kôrpern angezogen, und verbindet ſich eben ſo mit ihnen, wie dieß bei anderen Subſtanzen der Fall iſt. Es unterſcheidet ſich aber durch drei Eigenſchaften von allen bisher beſchriebenen Stoffen. Die erſte derſelben iſt, das Vermôgen, welche das Licht beſitzt, in uns die Empfindung des Sehens dadurch hervorzubringen, daß es ſich von dem geſehenen Gegenſtande in unſer Auge bewegt. Die Erſcheinungen der Farben, und das prismatiſche Farbenbild, geben das Daſeyn von ſieben verſchiedenen Arten Licht zu erkennen, wovon aber der Unterſchied einer jeden Art abhängt: iſt bis jetzt noch nicht ausgemittelt worden. Die Beſtandtheile jeder dieſer Arten ſind uns gänzlich unbekannt.

Das Licht beſitzt drei eigenthümliche Eigenſchaften.

Die zweite dem Lichte ausſchließlich zukommende Eigenſchaft iſt die ausnehmende Geſchwindigkeit, mit der es ſich aus den Kôrpern, mit welchen es verbunden war, entwickelt. Dieſe Geſchwindigkeit, vermôge deren es ſich durch einen

Raum von ungefähr 40000 Meilen in einer Sekunde bewegt, erlangt es in einem Augenblicke, und es ſcheint dieſelbe in allen Fällen zu erlangen, wie auch immer der Körper beſchaffen ſey, aus welchem es ſich entwickelt.

Die dritte und nicht geringſte dieſer eigenthümlichen Eigenſchaften iſt die, daß die Theilchen des Lichtes niemals zuſammenhängend gefunden werden, ſo daß ſie Maſſen von einer beträchtlichen Größe bilden. Dieſer Unterſchied zwiſchen dem Lichte und anderen Subſtanzen wird nur dadurch begreiflich, wenn man annimmt, daß die Theilchen des Lichtes ſich zurückſtoßen. Hierin ſcheint der Hauptunterſchied zwiſchen dem Lichte und den bisher beſchriebenen Subſtanzen zu beſtehen. Die Theilchen ſtoßen einander ab, während die der anderen Körper einander anziehen; aus dieſem Grunde hängen letztere zuſammen, und bilden Maſſen von mehr oder weniger beträchtlicher Größe.

Quellen des Lichtes. 17. Es bleibt uns jetzt noch übrig die verſchiedenen Arten zu betrachten, durch welche Licht entwickelt wird; oder um ſich beſtimmter auszudrücken, die verſchiedenen Quellen, aus welchen Licht in verſchiedenen Geſtalten ausſtrömt. Dieſer Quellen giebt es vier: 1) Die Sonne und die Fixſterne; 2) Das Verbrennen; 3) Die Hitze; 4) Den Stoß.

1. Die Sonne. Das Licht, welches die Sonne ausſendet, iſt unter dem Namen des Sonnenſcheins oder Tageslichtes bekannt. Das Licht der Sterne beſitzt, wie man ſich überzeugt hat, genau dieſelben Eigenſchaften. Immer wird es eine dem menſchlichen Verſtande unauflösliche Frage bleiben, woher es komme, daß die Sonne und die Fixſterne unabläſſig Licht ausſtrömen. In allen Fällen hängt

die Beantwortung dieſer Frage nicht mit dem Gebiete der Chemie zuſammen.

2. Das Verbrennen. 18. Das Licht wird bei jedem Verbrennen frei. Nun beſteht aber das Verbrennen, wenigſtens was die einfachen brennbaren Stoffe und die Metalle betrifft, in der Verbindung der brennbaren Stoffe mit dem Sauerſtoffe. Folglich muß das Licht, welches während dem Verbrennen entwickelt wird, vorher entweder in dem brennbaren Stoffe, oder in dem Sauerſtoffe vorhanden geweſen ſeyn. Dieſer Gegenſtand wird aber in dem nächſten Kapitel aufs Neue vorgenommen werden, weil an dieſem Orte die Natur des Verbrennens beſonders erörtert werden wird.

3. Die Hitze. 19. Werden die Körper erhitzt, und die Intenſität des Feuers ununterbrochen verſtärkt, so giebt es eine Temperatur, bei der ſie, wenn ſie dieſelbe erreichen, anfangen zu leuchten. Es giebt keine bekanntere Thatſache, als dieſe. Sie kommt ſo häufig vor, daß man ihr wenig Aufmerkſamkeit geſchenkt hat. Fängt ein Körper deswegen, weil man ihn erhitzt hat, zu leuchten an, ſo ſagt man, er glühe. Soweit als die Verſuche über dieſen Gegenſtand reichen, ſcheint es, daß alle Subſtanzen, welche auf die erforderliche Temperatur, ohne zerſetzt oder verflüchtigt zu werden, gebracht werden können, genau bei demſelben Grade der Wärme leuchtend werden. Der erſte, der dieſen Gegenſtand mit Aufmerkſamkeit unterſucht hat, war Iſaac Newton. Er fand durch eine Reihe äußerſt ſinnreicher Verſuche, die er im Jahre 1701 bekannt machte, daß Eiſen, welches bis 635° erhitzt worden, im Finſtern eben anfange ſichtbar zu werden; daß es bei der Temperatur von 752° im Dunkeln ſtark leuchte, daß, wenn es bis zu 864° erhitzt wird, in der Dämme-

rung, eben wenn die Sonne untergegangen iſt, leuchte; daß es aber bis zu einer Temperatur über 1000° erhoben werden müſſe, wenn ſein Glühen beim hellen Tageslichte geſehen werden ſoll. Aus Muſchenbrök's und anderer Verſuchen erſieht man, daß das Rothglühen (wie es dem gewöhnlichen Sprachgebrauche nach genannt wird), bei einer Temperatur von ungefähr 800° anfange.

Ein glühender Körper fährt fort, wenn er, ſowie er aus dem Feuer genommen iſt, an einen dunkeln Ort gebracht wird, einige Zeit zu leuchten. Es iſt daher nicht nöthig, daß, wenn Körper leuchten ſollen, ein ununterbrochenes Zuſtrömen von Licht und Wärme ſtattfinde. Läßt man auf einen glühenden Körper einen ſtarken Luftſtrom ſtoßen, ſo hört er augenblicklich auf zu leuchten *); folglich hört das Leuchten auf, ſowie die Temperatur des Körpers um eine gewiſſe Anzahl Grade vermindert worden.

Sowie ein Körper bis zu der erforderlichen Temperatur gebracht wird, ſo fängt er auch dann an zu leuchten, wenn der Zutritt der Luft abgehalten wird. Taucht man z. B. einen eiſernen Drath in geſchmolzenes Blei, ſo wird er in demſelben glühend **).

Einige Subſtanzen machen von dieſem allgemeinen Geſetze eine merkwürdige Ausnahme. Die Gasarten ſcheinen, ſelbſt bei einer ungleich höheren Temperatur nicht glühend zu werden. Folgender ſinnreicher Verſuch von Dr. Wedgewood ſcheint die Richtigkeit dieſer Ausnahme in ein ſehr helles Licht zu ſetzen. Er nahm eine irdene Röhre B (Fig. 9.) die

---

*) T. Wedgewood Phil. Trans. 1772.

**) Ibid.

er in der Mitte ſo bog, wie es in der Figur dargeſtellt worden, und tauchte ſie in einen weiten Schmelztiegel, der mit Sand angefüllt worden war. An dem einen Ende dieſer Röhre war ein Blaſebalg A, an dem andern das kugelförmige Gefäße D befeſtigt. In letzterem war der Ausgang F mit einer Klappe verſchloſſen, ſo daß die Luft zwar von innen herausdringen, von außen hingegen keine hineintreten konnte. In dieſem kugelförmigen Gefäße war noch eine andere, mit Glas verſchloſſene Oeffnung, durch die man das, was in dem Innern des Gefäßes vorging, betrachten konnte. Nachdem dieſe Einrichtung getroffen worden, wurde der Schmelztiegel in das Feuer geſetzt, und ſowie der Sand glühte, vermittelſt des Blaſebalges Luft in die Röhre geblaſen. Die Luft kam, nachdem ſie durch die glühende Röhre hindurchgegangen war, in das kugelförmige Gefäß. Sie leuchtete nicht; wurde aber ein Stückchen Golddrath E an dem Theile des Gefäßes befeſtigt, wo die Röhre in daſſelbe trat, ſo leuchtete dieſe ſchwach. Dieſes diente zum Beweiſe, daß, ungeachtet die Luft nicht glühte, ſie doch ſo erhitzt war, daß ſie andere Subſtanzen in den Zuſtand des Glühens verſetzen konnte.

4. Der Stoß. 19. Die letzte Quelle des Lichtes iſt der Stoß. Es iſt bekannt, daß, wenn man Stahl und Feuerſtein heftig gegen einander ſchlägt, ein Funke zum Vorſcheine kommt, der ſowohl Zunder als Schießpulver entzündet. Der Funke iſt in dieſem Falle, wie Dr. Hooke vor langer Zeit gezeigt hat, ein kleines Stückchen Stahl, das durch die Gewalt des Schlages abgeriſſen worden iſt, und das ſo wie es durch die Luft hindurchfährt Feuer fängt. Dieſer Fall, ſo wie alle demſelben ähnliche, gehören in die Klaſſe des Verbrennens. Es kommt aber oft Licht zum Vorſcheine, wenn man zwei Kör-

per gegen einander ſchlägt, wo man doch gewiß ſeyn kann, daß kein Verbrennen ſtatt finden könne, indem beide Körper unverbrennlich ſind. So fahren z. B. Funken heraus, wenn zwei Stücke Quarz heftig gegen einander geſchlagen werden, und ſie leuchten, wenn man ſie an einander reibt. Dieſe Erſcheinung findet auch dann ſtatt, wenn der Verſuch unter Waſſer angeſtellt wird. Mehrere harte Steine geben unter ähnlichen Umſtänden gleichfalls Feuer.

Läßt man mehrere dergleichen Funken auf ein Blatt weißes Papier fallen, ſo erblickt man auf demſelben eine Menge kleiner ſchwarzer Körper, die den Eiern der Fliegen nicht unähnlich ſind. Dieſe Körperchen ſind hart, aber zerreiblich. Werden ſie auf dem Papiere zerrieben, ſo laſſen ſie einen ſchwarzen Fleck zurück. Beobachtet man ſie mit einem Mikroskope, ſo ſcheinen ſie geſchmolzen zu ſeyn. Die Salzſäure ertheilt ihnen, ſo wie den Laven *), eine grüne Farbe. Dieſe Subſtanzen waren im glühenden Zuſtande offenbar die Funken. Lamanon vermuthet, daß ſie Quarztheilchen ſind, die ſich mit Sauerſtoff verbunden haben. Wäre dieſes der Fall, ſo würde dieſe Erſcheinung genau mit der übereinſtimmen, welche ſtatt findet, wenn Stahl und Stein gegen einander geſchlagen werden. Daß ſie Quarztheilchen ſind, kann nicht bezweifelt werden; hingegen anzunehmen, daß ſie mit Sauerſtoff verbunden wären, iſt aller Erfahrung entgegen; denn dieſe Steine zeigen ſelbſt dann, wenn ſie dem heftigſten Feuersgrade ausgeſetzt werden, keine Neigung, ſich mit dem Sauerſtoffe zu verbinden. La Metherie ſtellte Verſuche an, um die Richtigkeit von Lamanon's Mei-

*) Lamanon Jour. de Phys. 1785.

nung zu prüfen, allein ſie fielen alle ungünſtig für dieſelbe aus. **Monge** zeigte, daß die von **Lamanon** beſchriebenen Theilchen reine unveränderte Quarztheilchen wären, an die ſich ein ſchwarzes Pulver angehängt habe. Er ſchließt hieraus, daß dieſe Theilchen bei ihrem Durchgange durch die Luft in eine ſo große Hitze gerathen ſind, daß ſie alle Theilchen, welche ihnen begegnen, in Brand ſetzten *). Die Entwicklung des Lichtes unter dieſen Umſtänden iſt mit einem eigenthümlichen Geruche vergeſellſchaftet, der einige Analogie mit brennendem Schwefel, oder noch mehr mit entzündetem Schießpulver hat.

Zweites Kapitel.

Vom Wärmeſtoff.

Erklärung. Es iſt nichts ſo bekannt als die Wärme. Es wäre daher unnöthig, ſie definiren zu wollen. Wenn wir ſagen, eine Perſon **empfinde Wärme**; oder **ein Stein ſey heiß**, ſo verſteht man dieſen Ausdruck ohne Schwierigkeit; allein in jedem dieſer Sätze wird das Wort **Wärme** in einer verſchiedenen Bedeutung genommen. In dem einen bedeutet es die **Empfindung der Wärme**, in dem anderen die **Urſache** dieſer Empfindung. Ungeachtet dieſe Zweideutigkeit im gemeinen Leben von keinen großen Folgen iſt, ſo führt ſie doch bei philoſophiſchen Unterſuchungen unvermeidlich zu Verwirrung und zu Mißverſtändniſſen. Um dieſes

*) Ann. de Chim. XVI, 206.

zu vermeiden, hat man das Wort Wärmeſtoff gewählt, um die Urſache der Wärme zu bezeichnen. Legt man ſeine Hand auf einen heißen Stein, ſo erhält man eine Empfindung, welche die Empfindung der Wärme genannt wird. Die Urſache dieſer Empfindung iſt der Wärmeſtoff.

Da die Erſcheinungen, bei welchen der Wärmeſtoff thätig iſt, zu den verwickeltſten und intereſſanteſten der Chemie gehören; da das Studium derſelben vorzüglich zur Erweiterung dieſer Wiſſenſchaft beigetragen hat, da in der Lehre vom Wärmeſtoffe noch manche Dinge vorkommen, die noch immer ausnehmend dunkel ſind, und welche zu den wichtigſten Unterſuchungen Veranlaſſung gegeben haben, ſo verdient derſelbe eine vorzügliche Aufmerkſamkeit. Ich will dieſes Kapitel in ſechs Abſchnitte eintheilen. Der erſte wird von der Natur des Wärmeſtoffes; der zweite von ſeiner Fortpflanzung durch die Körper; der dritte von ſeiner Vertheilung; der vierte von den Wirkungen, die er in den Körpern hervorbringt; der fünfte, von der in verſchiedenen Körpern angehäuften Menge deſſelben; und der ſechſte von den verſchiedenen Quellen, die ihn liefern, handeln.

Eintheilung.

Erſter Abſchnitt.

Von der Natur des Wärmeſtoffes.

Seitdem die Naturforſcher ihre Aufmerkſamkeit auf dieſen Gegenſtand gerichtet haben, ſind zwei verſchiedene Hypotheſen über die Natur des Wärmeſtoffes angenommen worden. Die Anhänger der einen betrachten den Wärmeſtoff, ſo wie

die Schwere, als eine Eigenſchaft der Materie, und nehmen an, daß er in einer unerklärbaren eigenthümlichen Schwingung der Theilchen derſelben beſtehe; die Anhänger der anderen betrachten ihn hingegen als eine beſondere Subſtanz. Jede dieſer Hypotheſen zählt unter ihre Anhänger die größten Naturforſcher, und noch bis vor Kurzem war die Dunkelheit des Gegenſtandes ſo groß, daß beide Theile ſehr auffallende und überzeugende Gründe für ihre Meinung vorbringen konnten. Die letzten Verbeſſerungen, welche in dieſer Lehre ſtatt gefunden haben, haben nach und nach die letzte Meinung wahrſcheinlicher, als die erſte gemacht; endlich haben die neueſten Entdeckungen von Herſchel dieſem Streite beinahe ein Ende gemacht. Dieſer fand, daß der Wärmeſtoff keine Eigenſchaft, ſondern eine eigenthümliche Subſtanz ſey: wenigſtens können wir, ſeinen Bemerkungen zufolge, den Wärmeſtoff aus eben den Gründen für eine eigenthümliche Materie erklären, aus welchen wir uns beim Lichte hierzu berechtigt halten.

Entdeckung der Wärmeſtrahlen.

1. Herſchel war beſchäftigt, vermittelſt eines Teleskops Beobachtungen über die Sonne anzuſtellen. Um den Unbequemlichkeiten zu begegnen, welche die große Hitze der Sonnenſtrahlen verurſacht, bediente er ſich gefärbter Gläſer. Waren aber dieſe dunkel genug, um die Wärme abzuhalten, ſo zerſprangen ſie in kurzer Zeit. Dieſer Umſtand veranlaßte ihn, Verſuche über die erwärmende Kraft der verſchiedenen gefärbten Lichtſtrahlen anzuſtellen. Er ließ jeden der gefärbten Strahlen beſonders nach und nach auf die Kugel eines Thermometers fallen, in deſſen Nähe zwei andere zur Vergleichung aufgeſtellt waren. Die Anzahl von Graden, um welche ſich die Flüſſigkeit in dem

Thermometer, das den gefärbten Lichtſtrahlen ausgeſetzt war, mehr erhob, als in den beiden andern, gab die erwärmende Kraft dieſer Strahlen zu erkennen. Er fand, daß diejenigen Strahlen, welche am ſtärkſten gebrochen werden, die geringſte erwärmende Kraft beſitzen, und daß letzte allmählich vermehrt wird, ſo wie die Brechbarkeit abnimmt. Die violetten Strahlen beſitzen demnach die geringſte erwärmende Kraft, und die rothen die größte. Nach Herſchel läßt ſich die erwärmende Kraft der violetten, grünen und rothen Lichtſtrahlen durch folgende Zahlen ausdrücken:

Violettes Licht = 16.
Grünes . = 22,4.
Rothes . = 55.

Herſchel wurde dadurch überraſcht, daß die erleuchtende und erwärmende Kraft der Lichtſtrahlen, ſo ganz verſchiedene Geſetze befolgen. Das Maximum der erſten befindet ſich in der Mitte des prismatiſchen Farbenbildes; und nimmt ab, ſowie man gegen das eine, oder das andere Ende deſſelben fortgeht. Die erwärmende Kraft hingegen nimmt ununterbrochen von dem Ende, wo ſich die violette Lichtſtrahlen befinden, zu, und wird bei den rothen am größten. Dieſes führte ihn zu der Vermuthung, daß die erwärmende Kraft nicht an den Enden des ſichtbaren Farbenbildes aufhöre, ſondern ſich über daſſelbe hinaus erſtrecke. Um ſich hievon zu überzeugen, ſtellte er ein Thermometer außerhalb der Gränze der rothen Lichtſtrahlen, doch ſo, daß es in derſelben Linie mit dem Farbenbilde befindlich war; und es zeigte eine höhere Temperatur an, als wenn es der Einwirkung der rothen Lichtſtrahlen ausgeſetzt geweſen wäre. Da das Thermometer immer mehr von dem Farbenbilde, wiewohl in derſelben Linie

entfernt wurde, ſo fuhr die Flüſſigkeit fort zu ſteigen; und ſie erreichte erſt dann ihr Maximum, als das Thermometer einen halben Zoll von der äußerſten Grenze der rothen Lichtſtrahlen entfernt war. Wurde das Thermometer noch weiter fortgerückt, ſo fiel es etwas; allein die erwärmende Kraft war in einer Entfernung von anderthalb Zoll, vom rothen Strahl noch bemerkbar.

Dieſe wichtigen Verſuche ſind kürzlich in Gegenwart von ſehr gültigen Zeugen, von Heinrich Englefield *) wiederhohlt und richtig befunden worden. Da man gegen Herſchel's Verſuche verſchiedene Einwendungen gemacht hatte, ſo bediente er ſich eines ſehr abgeänderten Apparates, um denſelben zu begegnen. Die Kugeln faſt aller Thermometer waren geſchwärzt. Folgende Tabelle enthält die Reſultate eines dieſer Verſuche.

Das Thermometer ſtieg

im blauen Strahl	in 3	Minuten von	55° bis 56°.
im grünen . .	3	. . .	54° — 58°.
im gelben . .	3	. . .	56° — 62°.
im vollen rothen .	2½	. . .	56° — 72°.
an der Gränze des rothen	2½	. . .	58° — 73½°.
an der Gränze des ſichtbaren Lichtes in . .	2½	. . .	61° — 79°.

Das Thermometer mit der geſchwärzten Kugel ſtieg unter denſelben Umſtänden ungleich höher, als das Thermometer, deſſen Kugel ſich entweder im natürlichen Zuſtande befand, oder mit weißer Farbe angeſtrichen war. Dieſes ergiebt ſich aus nachſtehender Tabelle:

*) Journal of the Royal Institution I, 202.

		Zeit	von	zu
Rothe Lichtſtrahlen	Geſchwärztes Thermometer	3	58°	61°
	Weißes Thermometer		55°	58°
Dunkelſter Theil der rothen Lichtſtrahlen	Geſchwärztes Thermometer	3	59°	64°
	Weißes Thermometer		58°	$58\frac{1}{2}$°
Gränzen der rothen Lichtſtrahlen	Geſchwärztes Thermometer	3	59°	71°
	Weißes Thermometer		$57\frac{1}{2}$°	$69\frac{1}{2}$°

Beide, ſowohl Herſchel, als Sir Heinrich Englefield beobachteten einen ſchwach röthlichen Schein, der eine halb eiförmige Geſtalt hatte, und der dann ſichtbar wurde, wenn die über die rothen Lichtſtrahlen hinaus befindlichen Strahlen durch eine Glaslinſe verdichtet wurden.

Es folgt aus dieſen Verſuchen, daß die Sonne Strahlen ausſendet, welche erwärmen ohne zu erleuchten, und daß dieſes diejenigen Strahlen ſind, welche die größte Menge Wärme hervorbringen. Dem zufolge ſtrömt die Sonne den Wärmeſtoff in Strahlen aus, und die Strahlen des Wärmeſtoffes ſind von den Strahlen des Lichtes verſchieden.

Als Herſchel das andere Ende des prismatiſchen Farbenbildes unterſuchte, überzeugte er ſich, daß über das violette Licht hinaus keine Wärmeſtrahlen mehr vorhanden wären. Er fand übrigens, was auch Sennebier früher bemerkt hatte, daß alle gefärbten Strahlen des Farbenbildes die Eigenſchaft beſitzen, zu erwärmen. Man kann demnach die Frage aufwerfen, ob es überhaupt einige Strahlen gebe, welche die Eigenſchaft zu erwärmen nicht beſitzen. Entweder kommt den Lichtſtrahlen, als Lichtſtrahlen, das Vermögen zu erwärmen zu, oder ſie erhalten es durch eine Beimiſchung von Wärmeſtrahlen.

Wäre die erſte dieſer Vorausſetzungen gegründet, ſo müßte Licht in allen Fällen Wärme erregen; allein es iſt eine,

den

den Naturforſchern längſt bekannte Sache, daß das Mondlicht, ſelbſt dann, wenn es ſo ſtark verdichtet worden, daß es ſtärker erleuchtet, als die hellſten Lampen und Kerzen, nicht die mindeſte Wärme hervorbringt, ungeachtet dieſe beträchtlich erwärmen. Es giebt alſo Lichtſtrahlen, welche keine Wärme erzeugen; und überdieß Lichtſtrahlen, welche aus allen ſieben gefärbten prismatiſchen Strahlen zuſammengeſetzt ſind. Wir müſſen aus dieſer wohlbekannten Thatſache ſchließen, daß die Lichtſtrahlen keine Hitze hervorbringen, und daß folglich die gefärbten Strahlen, ſowohl aus der Sonne, als den brennenden Körpern, da ſie Wärme erregen, aus einer Miſchung von Lichtſtrahlen und Wärmeſtrahlen beſtehen.

Daß dieſes aber wirklich der Fall ſey, iſt vor langer Zeit durch Dr. Hooke *) und nachher durch Scheele **), der beide Arten von Strahlen durch ein ſehr einfaches Verfahren trennte, dargethan worden. Hält man einen Glasſpiegel vor ein Feuer, ſo wirft er die Lichtſtrahlen, nicht aber die Wärmeſtrahlen zurück; ein Metallſpiegel hingegen reflektirt beide. Der Glasſpiegel wird heiß; der Metallſpiegel hingegen verändert ſeine Temperatur nicht. Bringt man eine Glastafel ſchnell zwiſchen ein Feuer und das Geſicht, ſo hält ſie vollkommen die erwärmende Kraft des Feuers ab, ohne daß ſein Glanz eine merkliche Verminderung erleidet; mithin hält ſie die Wärmeſtrahlen ab, während ſie den Lichtſtrahlen einen freien Durchgang verſtattet. Läßt man das Glas ſo lange in dieſer Lage, bis die Temperatur deſſelben ihr Maximum erreicht hat, ſo hält es die Wärmeſtrahlen nicht mehr auf,

*) Birche's History of the Royal Society IV, 137.

**) Scheele phyſ. chem. Schr. B. I. S. 122 ff.

ſondern läßt ſie eben ſo ungehindert wie die Lichtſtrahlen hindurchgehen. Dieſe merkwürdige Thatſache, aus der ſich ergiebt, daß das Glas nur ſo lange die Wärmeſtrahlen nicht durch ſich hindurchgehen läßt, bis es völlig damit geſättigt worden, iſt ungleich früher von Dr. Robinſon, Profeſſor der Phyſik zu Edimburg, beobachtet worden. Dieſe Thatſachen reichen hin, uns zu überzeugen, daß die Licht- und Wärmeſtrahlen verſchieden ſind, und daß die gefärbten Lichtſtrahlen ihre erwärmende Eigenſchaft von den ihnen beigemiſchten Wärmeſtrahlen erhalten. Hieraus erſieht man zugleich, daß das Sonnenlicht aus drei Arten von Strahlen beſtehe; aus denen, welche die Empfindung der Farbe hervorbringen; aus ſolchen, die Wärme erregen; und aus desoxydirenden Strahlen.

Brechung der Wärmeſtrahlen.

2. Die Wärmeſtrahlen werden von durchſichtigen Körpern eben ſo, wie die Lichtſtrahlen gebrochen. Sie unterſcheiden ſich gleichfalls, ſo wie die Lichtſtrahlen, in Rückſicht des Grades der Brechbarkeit; indem einige eben ſo brechbar, als die violetten Strahlen ſind, während die größere Anzahl derſelben weniger brechbar, als die rothen Strahlen iſt. Noch fehlt es an Unterſuchung, um auszumitteln, ob ſie durch alle durchſichtigen Körper hindurchgehen, eben ſo wenig iſt der Unterſchied der Brechung, welche durch Media von verſchiedener Dichte hervorgebracht wird, durch Verſuche ausgemittelt worden. Soviel iſt übrigens gewiß, daß alle durchſichtigen Subſtanzen, deren man ſich als Brenngläſer bedient hat, dieſelben hindurchlaſſen und brechen. Herſchel hat gleichfalls durch Beweiſe dargethan, daß nicht allein der Wärmeſtoff, welchen die Sonne ausſtrömt, brechbar ſey, ſondern daß dieſes auch mit den Wärmeſtrahlen der Fall

iſt, welche ſich aus dem Küchenfeuer, dem Lichte der Kerzen, dem glühenden Eiſen und ſelbſt aus heißem Waſſer entwickeln.

Zurückſtrahlung der Wärmeſtrahlen.

3. Die Wärmeſtrahlen werden durch polirte Oberflächen eben ſo, wie die Lichtſtrahlen zurückgeworfen. Dieſes iſt kürzlich durch Herſchel dargethan worden, übrigens hat es Scheele ungleich früher beobachtet, und zugleich die Bemerkung gemacht, daß der Einfallswinkel dem Zurückſtrahlungswinkel gleich ſey. Pictet machte auch im Jahre 1790 eine Reihe ſehr ſinnreicher Verſuche über dieſen Gegenſtand bekannt, welche zu denſelben Reſultaten führten *).

Er ſtellte zwei Hohlſpiegel aus Zinn, die eine Brennweite von 9 Zoll hatten, 12 Fuß und 2 Zoll von einander. In den Brennpunkt des einen brachte er eine eiſerne Kugel, die 2 Zoll im Durchmeſſer hatte, und die bis zu dem Grade erhitzt war, daß ſie im Finſtern nicht leuchtete, in den Brennpunkt des anderen Brennſpiegels ſtellte er die Kugel eines Thermometers. In Zeit von 6 Minuten ſtieg die Flüſſigkeit im Thermometer um 22°. Ein brennendes Licht, welches an die Stelle der eiſernen Kugel geſetzt wurde, brachte beinahe dieſelbe Wirkung hervor. In dieſem Falle ſchienen Licht und Wärme vereint zu wirken. Um die Wirkung beider zu trennen, ſtellte er zwiſchen die Spiegel eine Scheibe von ſehr durchſichtigem Glaſe. Das Thermometer ſank in 9 Minuten 14°; wurde die Glastafel hinweggenommen, ſo ſtieg es in 7 Minuten um 12°; und doch ſchien die Stärke des Lichtes,

*) Eine ähnliche Reihe von Verſuchen iſt von Herrn King ſchon im Jahre 1785 angeſtellt worden. Man ſehe ſeine Morsels of Criticism. Vol. 1.

welches auf das Thermometer fiel, durch die Glastafel nicht im mindeſten vermindert worden zu ſeyn. Pictet ſchloß h[ier]aus, daß der Wärmeſtoff von den Spiegeln zurückgeworfen worden wäre, und daß dieſes die Urſache von dem Steigen des Thermometers geweſen ſey. Bei einem anderen Verſuche wurde eine gläſerne Retorte, die mit der eiſernen Kugel von gleichem Durchmeſſer war, und 2044 Gran kochenden Waſſers enthielt, an die Stelle derſelben geſetzt. Zwei Minuten nachher wurde ein dicker Schirm von Seide, der zwiſchen die beiden Spiegel geſtellt worden war, hinweggenommen, worauf das Thermometer von 47° bis zu 50$\frac{1}{8}$° ſtieg; allein es fiel in demſelben Augenblicke, in dem die Retorte aus dem Brennpunkte hinweggenommen wurde.

Die zinnernen Spiegel wurden um 90 Zoll von einander entfernt; der Kolben mit kochendem Waſſer wurde in den einen Brennpunkt, und ein ſehr empfindlicher Luft = Thermometer, von dem ein Grad $\frac{1}{11}$ Grad Fahrenheit gleich war, in den andern Brennpunkt geſtellt. Genau in der Mitte zwiſchen den beiden Spiegeln, befand ſich ein ſehr dünner gewöhnlicher Glasſpiegel, der ſo angebracht war, daß jede Seite deſſelben gegen den Kolben zu gedreht werden konnte. Wurde die polirte Fläche des Spiegels gegen den Kolben gerichtet, ſo ſtieg das Thermometer nur um 0,5°: wandte man hingegen die mit Zinnfolie belegte Seite, welche mit Dinte und Rauch geſchwärzt worden war, gegen denſelben, ſo ſtieg das Thermometer um 3,5°. In einem andern Verſuche ſtieg, als die polirte Fläche des Spiegels dem Gefäße mit Waſſer zugekehrt war, das Thermometer 3°; bei der andern Seite um 9,2°. Wurde die Zinnfolie abgerieben, und der Verſuch wiederhohlt, ſo ſtieg das Thermometer 18°. Wurde ſtatt

des Glasſpiegels ein Stück dünne weiße Pappe von derſelben Ausdehnung genommen, ſo ſtieg das Thermometer 10° *).

Geſchwindigkeit der Wärmeſtrahlen. 4. Da die Licht- und Wärmeſtrahlen, welche die Sonne ausſendet, einander begleiten, ſo iſt es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß ſie ſich mit derſelben Schnelligkeit bewegen. Die Wärmeſtrahlen durchlaufen daher auch in einer Sekunde einen Raum von ungefähr 40000 Meilen. Dieſes iſt durch einen Verſuch von Pictet beſtätigt worden. Er ſtellte 2 Hohlſpiegel 69 Fuß von einander, der eine war, wie die oben beſchriebenen, von Zinn, der andere war aus vergoldetem Gips, und hatte 19 Zoll im Durchmeſſer. In den Brennpunkt des letzten Spiegels ſtellte er ein Luftthermometer, und in den Brennpunkt des anderen eine erhitzte eiſerne Kugel. Wenige Zoll von der Fläche des zinnernen Spiegels, war ein dicker Schirm befindlich, der in demſelben Augenblicke, da die Kugel den Brennpunkt des andern Spiegels erreichte, hinweggenommen wurde. Sowie der Schirm entfernt wurde, ſtieg das Thermometer, ohne daß eine Zwiſchenzeit wahrgenommen werden konnte. Die Zeit, welche mithin der Wärmeſtoff brauchte, um einen Raum von 69 Fuß zu durchlanfen, iſt zu klein, als daß ſie gemeſſen werden kann. Wir ſehen zu gleicher Zeit, daß dieſes der Fall ſeyn muß, wenn wir bedenken, daß der Wärmeſtoff ſich durch einen Raum von 40000 Meilen in einer Secunde fortpflanzt.

Größe der Wärmetheilchen. 5. Da die Schnelligkeit, mit welcher ſich der Wärmeſtoff bewegt, der des Lichtes gleich iſt, ſo müſſen die Theilchen deſſelben eben ſo klein ſeyn. Es kann

---

*) Pictet über das Feuer. Kap. 3.

daher weder der Zuſatz, noch die Hinwegnahme des Wärmeſtoffes das Gewicht der Körper merklich verändern. Da dieſes eine nothwendige Folge aus Herſchels Verſuchen iſt, ſo würde, wenn erwieſen werden könnte, daß der Wärmeſtoff auf das Gewicht der Körper Einfluß hat, die auf Herſchel's Entdeckungen gegründete Theorie über den Haufen geworfen werden können. Man hat aber dergleichen Folgerungen aus den Verſuchen von De Luc *) Fordyce **) Morveau ***) und Chauſſier †) ziehen wollen. Nach dieſen Naturforſchern verlieren die Körper, wenn ſie erhitzt werden, von ihrem abſoluten Gewichte. Der Verſuch von Fordyce, der mit der größten Sorgfalt angeſtellt zu ſeyn ſcheint, war folgender.

Er nahm eine gläſerne Kugel mit einem ſehr kurzen Halſe, welche 3 Zoll im Durchmeſſer hatte, und 451 Gran wog, ſchüttete in ſie 1700 Gran Waſſer aus dem New River zu London, und verſchloß ſie hermetiſch. Das Ganze wog bei einer Temperatur von 32°, $2150\frac{1}{12}$ Gran. Man ſtellte es zwanzig Minuten lang in eine kalt machende Miſchung aus Schnee und Salz, bis ein Theil des Waſſers gefroren war. Die Kugel wurde hierauf zuerſt mit einem trocknen leinenen Tuche, dann mit einem trocknen reinen Leder abgewiſcht, und unmittelbar gewogen, wo dann eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{16}$ Gran bemerkt wurde. Dieſes wurde fünfmal nach einander, genau auf dieſelbe Art wiederhohlt. Bei jedem

*) Sur le Modif. de l'Athmosph.

**) Phil. Trans. 1785. Part. II.

***) Jour. de Phy.. 1785. Oct.

†) Jour. de Sav. 1775. pag. 493.

Verſuche war ein größerer Theil des Waſſers gefroren, und es fand eine größere Vermehrung des Gewichtes ſtatt. Nachdem alles Waſſer gefroren war, betrug das Gewicht deſſelben $\frac{3}{26}$ Gr. mehr, als im flüſſigen Zuſtande. Ein Thermometer, das der Kugel genähert wurde, ſtand auf 10°. Ließ man dieſe Vorrichtung unverändert, bis das Thermometer 32° zeigte, ſo wog ſie $\frac{8}{16}$ Gran mehr, als das flüſſige Waſſer bei derſelben Temperatur. Es wird in der Folge gezeigt werden, daß das Eis weniger Wärmeſtoff enthält, als Waſſer von derſelben Temperatur im flüſſigen Zuſtande. Die Waage, deren ſich Fordyce bei dieſen Verſuchen bediente, war ſo genau, daß ſie $\frac{1}{1600}$ Gran angab.

Dieſer Gegenſtand zog die Aufmerkſamkeit von Lavoiſier auf ſich. Seine Verſuche, welche er in den Jahrbüchern der franzöſiſchen Akademie vom Jahre 1783 bekannt machte, führten zu dem Reſultate, daß das Gewicht der Körper weder durch das Erwärmen noch Abkühlen derſelben verändert werde. Die Verſuche des Grafen Rumford über denſelben Gegenſtand, welche er im Jahre 1797 angeſtellt hat, ſind völlig entſcheidend. Er wiederhohlte den Verſuch von Fordyce mit der gewiſſenhafteſten Genauigkeit, nnd zeigte durch äußerſt ſcharfſinnige Verſuche, daß weder ein Zuſatz, noch die Hinwegnahme des Wärmeſtoffes eine bemerkbare Veränderung in dem Gewichte der Körper hervorbringe *).

6. Der Wärmeſtoff beſitzt nicht allein die Schnelligkeit des Lichtes, ſondern kommt auch noch mit ihm in einer anderen nicht weniger merkwürdigen Eigenſchaft überein. Die

*) Phil. Trans. p. 179.

Theilchen deſſelben werden nie ſo zuſammenhängend gefunden, daß ſie ganze Maſſen bilden, und wenn man ſie mit Gewalt an einem Orte zuſammenhäuft, ſo fliehen ſie nach allen Richtungen davon, und entfernen ſich mit unbegreiflicher Schnelligkeit von einander. Dieſe Eigenſchaft nöthigt uns, ein wechſelſeitiges Abſtoßen, unter den Theilen des Wärmeſtoffes anzunehmen.

Man ſieht hieraus, daß der Wärmeſtoff und der Lichtſtoff in ſehr vielen Eigenſchaften überein kommen. Beide ſendet die Sonne in Strahlen aus, mit einer Geſchwindigkeit, die 40000 Meilen in einer Sekunde beträgt; beide werden von durchſichtigen Körpern gebrochen; von polirten Oberflächen zurückgeſtrahlt; beide beſtehen aus Theilchen, die einander wechſelſeitig abſtoßen, und keine bemerkbare Wirkung auf das Gewicht anderer Körper hervorbringen. Sie unterſcheiden ſich aber dadurch von einander, daß der Lichtſtoff in uns die Empfindung des Sehens, der Wärmeſtoff hingegen die Empfindung der Wärme hervorbringt.

Durch die im Vorhergehenden vorgetragenen Thatſachen ſind wir berechtigt, das Sonnenlicht für eine Zuſammenſetzung aus drei verſchiedenen Subſtanzen zu halten, die, wegen der Verſchiedenheit ihrer Brechbarkeit ſich gewiſſermaßen durch das Prisma von einander trennen laſſen. Die Wärmeſtrahlen ſind am wenigſten; die desoxydirenden, am meiſten brechbar; und die, die Farben erregenden Strahlen beſitzen einen mittleren Grad der Brechbarkeit. Daher haben die Strahlen in der Mitte des prismatiſchen Farbenbildes die größte erleuchtende Kraft; diejenigen, welche jenſeit der Gränze der rothen Strahlen liegen, die größte erwärmende Kraft, und diejenigen, welche jenſeit der Gränze

die violetten Strahlen liegen, die größte desoxydirende Kraft. Die erwärmende Kraft auf der einen Seite, und die desoxydirende auf der anderen, nehmen allmählich zu, ſo wie man ſich nach und nach demjenigen Ende des Farbenbildes nähert, wo das Maximum von jeder befindlich iſt. Dieſe verſchiedenen Subſtanzen ähneln ſich in ſo manchen Eigenſchaften, daß dieſelben Schlüſſe, ihre Brechbarkeit Zurückſtrahlung u. ſ. w. betreffend, auf alle anwendbar ſcheinen, ſie bringen aber in denjenigen Körpern, auf welche ſie wirken, verſchiedene Erſcheinungen zuwege. Noch hat man wenige Fortſchritte in der Unterſuchung dieſer Erſcheinungen gemacht, doch läßt ſich bei dem jetzigen Zuſtande unſeres Wiſſens hoffen; daß es hinreichen werde, manche ſchwankende und unſtatthafte Meinungen, die jetzt unter den Chemiſten herrſchen, zu vertilgen.

Zweiter Abſchnitt.

Bewegung des Wärmeſtoffs.

Wir ſehen aus den im vorhergehenden Abſchnitte angeführten Thatſachen, daß der Wärmeſtoff mit dem Lichtſtoffe in Rückſicht der Schnelligkeit, mit der er ſich aus den Körpern entwickelt, übereinkommt. Dieſe Schnelligkeit der Bewegung erlangt er in allen Fällen, in welchen er nicht durch *ein* Hinderniß aufgehalten wird. Befindet er ſich in vollkommener Freiheit, ſo bewegt er ſich in einer Sekunde durch einen Raum von ungefähr 40000 Meilen. Dieſe Geſchwindigkeit iſt ihm dann eigen, wenn er aus der Sonne oder aus brennenden Körpern ausſtrömt. Er bewegt ſich aber nicht

allein durch den leeren Raum, ſondern auch durch alle irrdiſche Körper. In dieſer Rückſicht unterſcheidet er ſich von allen übrigen Subſtanzen, ſelbſt von dem Lichte, daß, ſo weit uns bekannt iſt, nicht durch alle Körper hindurchdringen kann.

Doppelte Bewegung des Wärmeſtoffes durch die Körper.

1. Die Bewegung des Wärmeſtoffes durch die verſchiedenen Naturkörper iſt von zweierlei Art; durch einige derſelben geht er mit eben der Schnelligkeit hindurch, wie durch den freien Raum; wenigſtens erleidet die Schnelligkeit ſeiner Bewegung bei dieſem Durchgange keine merkliche Veränderung. Auf die Art bewegt er ſich durch die Luft, und mehrere andere durchſichtige Körper. Durch andere Subſtanzen bewegt er ſich mit einer weit geringeren Geſchwindigkeit. Legt man das eine Ende einer 20 Zoll langen eiſernen Stange in ein gewöhnliches Feuer, und befeſtigt man an das andere Ende ein Thermometer, ſo verſtreichen 4 Minuten, bis das Thermometer zu ſteigen anfängt, und 15 Minuten, bis es um 15° geſtiegen iſt. Folglich braucht der Wärmeſtoff 4 Minuten, um durch eine eiſerne Stange von 20 Zoll Länge hindurchzugehen. Der Unterſchied zwiſchen dieſer Geſchwindigkeit und der, mit welcher er 40000 Meilen in einer Sekunde zurücklegt, iſt zu ungeheuer, als daß dieſe Bewegungen nicht von ganz verſchiedener Art ſeyn ſollten.

Frei durchgehende und leitende.

Geht der Wärmeſtoff durch einen Körper mit unverminderter Geſchwindigkeit hindurch, ſo nenne ich ihn freidurchgehenden (transmitted) Wärmeſtoff; iſt hingegen ſeine Geſchwindigkeit ausnehmend vermindert worden, wie es z. B. bei der eiſernen Stange der Fall war, ſo nenne ich ihn geleiteten (conducted) Wär-

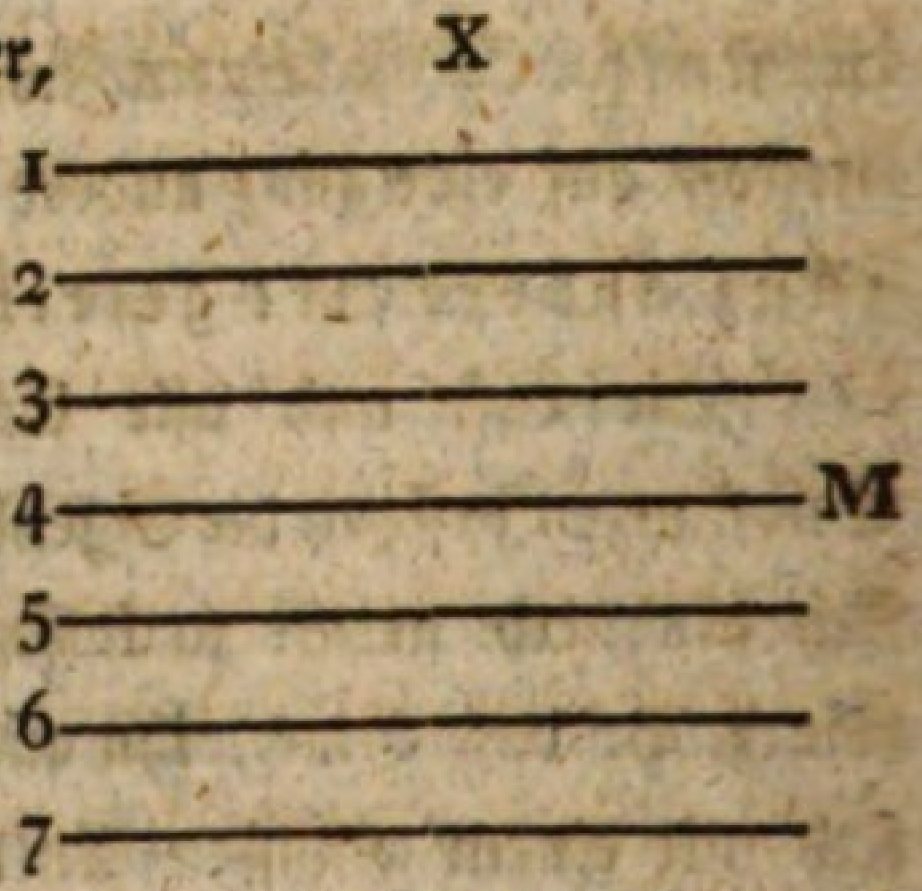
meſtoff. Es iſt keinem Zweifel unterworfen, daß der Wärmeſtoff auf eine ganz andere Art hindurchgeht auf eine ganz andere Art geleitet wird.

Die Luft und alle bisher unterſuchten durchſichtigen Subſtanzen beſitzen die Eigenſchaft, den Wärmeſtoff frei durch ſich hindurch gehen zu laſſen; ungeachtet einige derſelben, wie z. B. das Glas, ihn nicht eher hindurch laſſen, bis ſie ſich mit einem gewiſſen Antheile deſſelben verbunden haben. Wahrſcheinlich läßt kein Körper den Wärmeſtoff frei durch ſich hindurch, bis nicht eine größere Menge in denſelben eingedrungen iſt, als mit ihm in dem Zuſtande, in welchem er ſich befindet, verbunden bleiben kann. Die Erſcheinungen bei dem freien Hindurchgehen des Wärmeſtofies ſtimmen völlig mit denen des freien Durchganges bei dem Lichte überein, und laſſen genau dieſelbe Erklärung zu. Was Scheele und verſchiedene andere Chemiſten ſtrahlende Wärme genannt haben, iſt nichts anders, als freihindurchgehender Wärmeſtoff.

Erklärung der Leitungsfähigkeit.

2. Da die Geſchwindigkeit des Wärmeſtoffs, wenn er durch die Körper geleitet wird, ausnehmend vermindert wird, ſo iſt es einleuchtend, daß er ſich nicht ohne Hinderniß durch dieſelben hindurchbewege. Er muß einige Zeit, durch die Theilchen des leitenden Körpers feſt gehalten, folglich von ihnen angezogen werden. Hieraus folgt, daß eine Verwandſchaft oder Anziehung zwiſchen dem Wärmeſtoff und jedem Leiter deſſelben ſtatt finde. Dieſes, daß er durch die Körper hindurchgeleitet wird, iſt eine Folge dieſer Verwandſchaft. Vielleicht wird das Geſagte durch nachſtehende Erläuterung deutlicher.

Es ſey M irgend ein Körper, (z. B. eine Maſſe Eiſen) der aus einer unbeſtimmten Menge Theilchen beſtehet, die in die Schichten 1, 2, 3, 4, 5 u. ſ. w. geordnet ſind. Ihm werde Wärmeſtoff in der Richtung X zugeführt. Das erſte Stratum von Theilchen 1 verbindet ſich mit einem Antheile Wärmeſtoff, und bildet eine Zuſammenſetzung, welche A genannt werden ſoll. Dieſe Zuſammenſetzung kann durch das zweite Stratum nicht zerſetzt werden, weil alle Schichten vor der Anwendung der Wärme dieſelbe Temperatur hatten, mithin die Verwandſchaft aller zum Wärmeſtoff genau dieſelbe ſeyn mußte. Nun wäre es aber ungereimt, wenn man annehmen wollte, daß eine Zuſammenſetzung durch eine Verwandſchaft geſtört würde, die nicht größer wäre, als diejenige, welche ſie hervorbringt. Verbände ſich demnach nur ein Antheil Wärmeſtoff mit der Schichte 1, ſo würde kein Wärmeſtoff über dieſes Stratum hinausgehen. Allein die Zuſammenſetzung A hat immer noch eine Verwandſchaft zum Wärmeſtoffe; ſie verbindet ſich daher mit einem anderen Antheile deſſelben, und ſtellt eine neue Zuſammenſetzung dar, welche wir B nennen wollen.



Dieſe Schichte iſt nun mit zwei Antheilen Wärmeſtoff verbunden; der zweite Antheil wird nach dem allgemeinen, ſchon erklärten Geſetze, durch ein ſchwächeres Band zurückgehalten, als der erſte. Das Stratum 2 kann demnach der Schichte 1 dieſen zweiten Antheil entziehen. Demzufolge verbindet es ſich mit demſelben, und bildet die Zuſammen-

ſetzung 'A. Jetzt befinden ſich zwei Schichten in der ganzen Maſſe, von denen jede mit einem Antheile Wärmeſtoff verbunden iſt, folglich die Zuſammenſetzung A ausmacht. Die dritte Schichte kann die zweite nicht zerſetzen: die Gründe ſind eben diejenigen, aus denen es ſich ergab, daß die zweite Schichte die erſte nicht zerſetzen konnte, ſo lange dieſe nur mit einem Antheile Wärmeſtoff verbunden war. Die Schichte 1 verbindet ſich auf's Neue mit einem Antheile Wärmeſtoff, und bildet die Zuſammenſetzung B. Das Stratum 2 kann dieſe Zuſammenſetzung nicht zerſetzen, denn da es ſchon mit einem Antheile verbunden iſt, ſo kann die Verwandſchaft zum zweiten Theile Wärmeſtoff nicht größer ſeyn, als der erſten Schichte für denſelben.

Allein die Schichte 1 verbindet ſich mit einem dritten Antheile Wärmeſtoff, und bildet eine neue Zuſammenſetzung, welche C, genannt werden ſoll. Die Verwandſchaft der Schichte iſt zu dieſem dritten Antheile geringer als zu dem zweiten; das Stratum 2 bemächtigt ſich mithin deſſelbeu, und bildet die Zuſammenſetzung B. Dieſen zweiten Antheil entzieht der Schichte 2 die Schichte 3, und bildet jetzt die Zuſammenſetzung A. Die Schichte eins abſorbirt abermals Wärmeſtoff, bildet die Zuſammenſetzung C, dieſe wird durch die Schichte 2 zerſetzt, welche dadurch die neue Zuſammenſetzung B bildet. Die Zuſammenſetzung C, wird zum drittenmale durch die Schichte 1 hervorgebracht.

Jetzt ſind drei Schichten erwärmt. Die Schichte 1 iſt mit drei Antheilen, die Schichte 2 iſt mit zwei Antheilen, und die Schichte 3 iſt mit einem Antheile verbunden. Der Wärmeſtoff kann nicht weiter gehen: denn die Schichte 4 kann die Zuſammenſetzung A nicht zerſetzen, eben ſo

wenig die Schichte 3 die Zuſammenſetzung B, und die Schichte 2 die Zuſammenſetzung C. Allein die Schichte 1 verbindet ſich mit einem vierten Antheile Wärmeſtoff, und bildet eine Zuſammenſetzung, welche D genannt werden ſoll. Dieſen neuen Antheil Wärmeſtoff raubt die Schichte 2 und bildet die Zuſammenſetzung C. Sie wird auf's Neue von der Schichte 2 entzogen, und erſtere bildet die Zuſammenſetzung B. Der Schichte 2 entzieht dieſen Antheil Wärmeſtoff die Schichte 4, und bildet damit die Zuſammenſetzung A. Die Schichte 1 verbindet ſich abermals mit einem neuen Antheile Wärmeſtoff, und bildet die Zuſammenſetznng D; dieſen hinzugekommenen Antheil eignet ſich zuerſt die Schichte 2, dann die Schichte 3 zu, und letztere bildet damit die Zuſannnenſetzung B. Die Schichte 1 bildet zum drittenmale die Zuſammenſetzung D; der neue Antheil Wärmeſtoff wird ihr aber augenblicklich durch die Schichte 2 entzogen, welche mit demſelben die Zuſammenſetzung C darſtellt. Die Zuſammenſetzung D wird zum viertenmale durch die Schichte, hervorgebracht, und nicht ferner zerſetzt. Jetzt ſind vier Schichten mit Wärmeſtoff verbunden; die Schichte 1 mit vier Antheilen, die Schichte 2 mit drei Antheilen, die Schichte 3 mit zwei Antheilen, und die Schichte 4 mit einem Antheile. Auf dieſe Art geht der Proceß des Erwärmens immer fort, wie groß auch immer die Zahl der Schichten ſeyn mag, die mit dem Wärmeſtoffe verbunden werden ſollen.

3. Die Körper leiten demnach den Wärmeſtoff, nach dem Grade ihrer Verwandſchaft zu demſelben, und der Eigenſchaft, welche ſie beſitzen, ſich unbeſtimmt mit neuen Antheilen deſſelben zu verbinden. Dieß iſt der Grund von der

Langſamkeit des Proceſſes, oder was daſſelbe iſt, von der langen Zeit, die erforderlich iſt, um daß ein Körper erwärmt oder abgekühlt werde. Dieſer Proceß beſteht in einer faſt unendlichen Anzahl wiederholter Zuſammenſetzungen und Zerſetzungen.

4. Wir ſehen gleichfalls, daß, wenn man das eine Ende eines Körpers erwärmt, die Temperatur der Schichten dieſes Körpers ſich nach Maaßgabe ihrer Entfernung von der Quelle der Wärme vermindern müſſe. Jedermann muß die Bemerkung gemacht haben, daß dem wirklich ſo ſey. Wenn man z. B. mit der Hand längs einer eiſernen Stange herabfährt, von der das eine Ende im Feuer liegt, ſo bemerkt man, daß die Temperatur von dieſem Ende, welches das heißeſte iſt, bis zu dem andern Ende, als dem kälteſten, allmählig abnimmt.

Hat ihre Gränze. 5. Der Durchgang des Wärmeſtoffes durch einen Körper, vermöge der leitenden Kraft des letzteren, muß eine Gränze haben; und dieſe Gränze hängt von der Anzahl der Antheile des Wärmeſtoffes ab, mit welchen ſich dasjenige Stratum des Körpers, welches der Quelle der Wärme am nächſten liegt, verbinden kann. Iſt die Länge des Körpers ſo beträchtlich, daß die Anzahl der Schichten, aus denen er zuſammengeſetzt iſt, die Anzahl der Antheile Wärmeſtoff, mit denen ſich eine Schichte verbinden kann, übertrifft; ſo iſt es klar, daß der Wärmeſtoff durch dieſen Körper nicht werde geleitet werden können: oder mit anderen Worten, diejenigen Schichten, welche am weiteſten von der Quelle des Lichtes entfernt ſind, werden keine Zunahme der Temperatur erhalten.

Dieſe Gränze hängt in allen Fällen, von der Menge

Wärmeſtoff ab, mit welcher ſich ein Körper verbinden kann, bevor er ſeinen Zuſtand verändert. Alle Körper, ſoweit man ſie bis jetzt kennt, verbinden ſich unbeſtimmt mit dem Wärmeſtoffe; die Mehrzahl derſelben verändert aber, nachdem ſie ſich mit einer gewiſſen Menge Antheile Wärmeſtoff verbunden hat, ihren Zuſtand. So wird Eis, durch Verbindung mit einem gewiſſeu Quantum Wärmeſtoff in Waſſer, und dieſes, durch einen Zuſatz von einer größeren Menge deſſelben, in Waſſerdampf verwandelt. Werden die Metalle bis zu einem gewiſſen Grade erhitzt, ſo ſchmelzen ſie, werden verflüchtigt, und oxydirt. Holz und die meiſten anderen brennbaren Subſtanzen entzünden ſich, und werden verflüchtigt. Hat ſich nun ſo viel Wärmeſtoff mit der erſten Schichte eines Körpers verbunden, als er annehmen kann, ohne ſeinen Zuſtand zu verändern, ſo iſt es einleuchtend, daß ſich keine größere Menge Wärmeſtoff mit ihm verbinden könne; weil der nächſte Antheil die erſte Schichte verflüchtigen würde.

Die Entfernung, zu welcher ein Körper den Wärmeſtoff leiten kann, ſteht demnach mit der Temperatur im Verhältniß, zu der man ihn erheben kann, ehe er ſeinen Zuſtand verändert. Aus dieſem Grunde kann das Antimonium den Wärmeſtoff weiter leiten, als Holz, Eiſen weiter als Antimonium; und die Steine vielleicht noch weiter als Eiſen.

6. Da alle Körper den Wärmeſtoff nach Maaßgabe ihrer Verwandſchaft zu demſelben leiten; da ferner alle Körper Verwandſchaft zu dem Wärmeſtoffe haben, ſo folgt unwiderſprechlich, daß alle Körper Leiter für die Wärme ſeyn müſſen, es ſey denn, daß der leitenden Kraft eine andere entgegen wirke. Wäre ein Körper z. B. ſo beſchaffen, daß ein einziger Antheil Wärmeſtoff ſeinen Zuſtand verändern könnte,

ſo

ſo iſt es einleuchtend, daß er unfähig ſeyn müſſe, den Wärmeſtoff zu leiten; weil jede Reihe von Theilchen, ſo wie ſie ſich mit einem Antheile Wärmeſtoff verbunden hätte, ihren Platz verändern würde, folglich unfähig wäre, der nächſt folgenden Wärmeſtoff mitzutheilen.

Alle feſten Körper ſind Leiter.

7. Alle feſten Körper ſind Leiter, denn ſie ſind alle fähig, ſich mit verſchiedenen Antheilen Wärmeſtoff zu verbinden, ehe ſie ihren Zuſtand verändern. Dieſes findet in einem ſehr bemerkbaren Grade, bei allen erdigten und ſteinartigen Subſtanzen ſtatt; es iſt gleichfalls der Fall mit den Metallen, Vegetabilien und animaliſchen Subſtanzen. Das hier Geſagte muß jedoch mit gewiſſen Einſchränkungen verſtanden werden. Alle Körper ſind zwar Leiter, allein ſie ſind es nicht unter allen Umſtänden. Die meiſten feſten Körper ſind bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre Leiter; ſie hören es aber auf zu ſeyn, ſobald ſie bis zu dem Grade erhitzt werden, bei welchem ſie ihren Aggregat-Zuſtand verändern. So iſt der Schwefel bei einer Temperatur von 60° ein Leiter; wird er hingegen bis zu dem 21ſten, oder bis zu demjenigen Grade erhitzt, bei dem er ſchmilzt, oder verflüchtigt wird, ſo leitet er nicht mehr. Eben ſo iſt das Eis bei 20°, oder bei jedem anderen Grade unter dem Gefrierpunkte ein Leiter für den Wärmeſtoff, bei der Temperatur von 32° hingegen, hört es auf ein Leiter zu ſeyn, weil jeder Zuſatz von Wärmeſtoff eine Veränderung ſeines Zuſtandes bewirkt.

8. Dieſelbe Bewandniß ſcheint es mit den tropfbar flüſſigen und gasförmigen Subſtanzen zu haben, denn ſie ſcheinen dem erſten Anblicke nach, gleichfalls Leiter zu ſeyn, indem man ſie eben ſowohl, als die feſten Stoffe erhitzen, und

die Erhöhung der Temperatur bis zu einem ſehr hohen Grade treiben kann, ohne daß ſie merklich ihren Zuſtand verändern. Die flüſſigen Körper unterſcheiden ſich aber von den feſten in einem weſentlichen Punkte; die Theilchen derſelben können ſich ungehindert nach jeder beliebigen Richtung bewegen, und ſie folgen dem kleinſten Antriebe: während die Theilchen der feſten Körper, wegen der eigenthümlichen Beſchaffenheit derſelben, in ihrer Lage feſt und bleibend ſind. Eine von den Veränderungen, welche der Wärmeſtoff in den Körpern hervorbringt, iſt die Ausdehnung, oder die Vermehrung des Volumens; dieſe Vermehrung iſt mit einer verhältnißmäßigen Verminderung des ſpecifiſchen Gewichtes vergeſellſchaftet. Wenn ſich demnach der Wärmeſtoff mit einer Schichte von Theilchen verbindet, ſo wird dieſe Schichte ſpecifiſch leichter, als die übrigen Theilchen. Dieß bringt keine Veränderung in der Lage der feſten Theilchen hervor. Liegt hingegen bei flüſſigen Stoffen die erwärmte Schichte unter den kälteren, ſo wird ſie von dieſen auswärts gedrückt, und da ſie ſich ungehindert nach allen Richtungen bewegen kann, ſo verändert ſie ihre Stelle, und wird auf die Oberfläche der Flüſſigkeit gehoben.

Die flüſſigen Subſtanzen führen den Wärmeſtoff fort.

Es kommt demnach bei den Flüſſigkeiten ſehr darauf an, an welcher Stelle die Quelle der Wärme angebracht werde. Wirkt dieſe unmittelbar auf die allerhöchſte Schichte, oder auf die Oberfläche der Flüſſigkeit, ſo kann der Wärmeſtoff nur wie bei feſten Körpern, vermöge der leitenden Kraft der flüſſigen Subſtanzen, nach unten ſeinen Weg nehmen; wird hingegen die unterſte Schichte erhitzt, ſo ſteigt der Wärmeſtoff, unabhängig von dieſer leitenden Kraft, bloß als Folge der Flüſſigkeit der Sub-

ſtanz, und der Ausdehnung der erwärmten Theilchen aufwärts. So wie ſich die unterſte Schichte mit einem Antheile Wärmeſtoff verbindet, wird ſie ſpecifiſch leichter, und ſteigt in die Höhe. Es nähern ſich neue Theilchen der Quelle der Wärme, verbinden ſich ihrer ſeits mit dem Wärmeſtoffe, und verlaſſen gleichfalls ihre Stelle. Auf dieſe Art gelangt ein Theilchen nach dem anderen zu der Quelle der Wärme, folglich wird das Ganze in kurzer Zeit erhitzt, und der Wärmeſtoff wird faſt auf ein Mal, auf eine ungleich größere Weite, in dem flüſſigen Körper fortgeleitet, als in irgend einem feſten Körper. Die flüſſigen Subſtanzen beſitzen demnach die Eigenſchaft, den Wärmeſtoff fortzuführen, oder weiter zubringen (have the property of carriyng or transporting caloric); zufolge dieſes Vermögens, werden ſie unabhängig von einer leitenden Kraft erwärmt.

9. Das fortführende Vermögen der Flüſſigkeiten hat Graf Rumford zuerſt genau unterſucht. Da dieſer ſinnreiche Naturforſcher zum erſtenmal dieſe Eigenſchaft wahrnahm, ſo vermuthete er, daß durch ſie allein die Flüſſigkeiten erwärmt würden, und daß ihnen das Vermögen, den Wärmeſtoff zu leiten, gänzlich fehle. Bei einer Reihe von Verſuchen über die Mittheilung der Wärme, bediente er ſich Thermometer von ungewöhnlicher Größe. Da er eines derſelben (deſſen Kugel beinahe 4 Zoll im Durchmeſſer hatte) das mit Alkohol gefüllt war, einer ſo großen Hitze ausgeſetzt hatte, als es nur auszuhalten vermochte, ſo ſtellte er es nachmals auf das Fenſter zum Abkühlen. Von ungefähr ſchien die Sonne auf daſſelbe, und einige Theilchen Staub, die zufällig mit dem Alkohol vermiſcht worden waren, wurden dadurch erleuchtet und ſichtbar. Sie ſetzten den Beobachter in den

Stand zu bemerken, daß die in der Röhre des Thermometers enthaltene Flüſſigkeit, ſich in einer ſehr heftigen Bewegung befinde, und ſich zu gleicher Zeit ſchnell in entgegengeſetzten Richtungen nach oben und nach unten bewege. Der aufwärtsſteigende Strom befand ſich in der Achſe, der unterwärtsſinkende nahm die Seiten der Röhre ein. Wurden die Seiten der Röhre durch Eis abgekühlt, ſo wurde die Schnelligkeit beider Ströme ausnehmend vermehrt. Die Schnelligkeit der Flüſſigkeit nahm ab, ſowie die Flüſſigkeit erkaltete, und hörte gänzlich auf, wenn ſie die Temperatur des Zimmers angenommen hatte. Der Verſuch wurde mit Leinöl wiederhohlt, und der Erfolg war genau derſelbe. Dieſe Ströme wurden offenbar durch die Theilchen der Flüſſigkeit, die ſich einzeln den Theilen der Röhre näherten, und dort ihren Wärmeſtoff abgaben, hervorgebracht. In dem Augenblicke, da dieſes erfolgte, wurde ihr ſpecifiſches Gewicht vermehrt; ſie ſanken zu Boden, und trieben die wärmeren Theile der Flüſſigkeit in die Höhe, die demnach längs der Achſe der Röhre emporſteigen mußten. Sowie dieſe den höchſten Punkt in der Röhre erreicht hatten, gaben ſie einen Theil ihres Wärmeſtoffes ab, wurden ſchwerer, und ſanken gleichfalls zu Boden.

Da dieſe innern Bewegungen der Flüſſigkeiten nur dann bemerkt werden können, wenn man mit ihnen Körper von demſelben ſpecifiſchen Gewichte vermiſcht, und da es ſchwerlich eine Subſtanz von demſelben ſpecifiſchen Gewichte, wie das Waſſer, giebt, die nicht in demſelben auflöslich wäre, ſo bediente ſich Graf Rumford folgendes ſinnreichen Verfahrens, um auszumitteln, ob dieſe Flüſſigkeit daſſelbe Geſetz befolge. Das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers wird ausneh-

mend vermehrt, wenn irgend ein Salz in demſelben aufgelöſt wird; er ſetzte dem Waſſer ſoviel Kali zu, bis das ſpeciſiſche Gewicht deſſelben genau mit dem des Bernſteins, der nur wenig ſchwerer, als reines Waſſer iſt, übereinſtimmte. Hierauf miſchte er geſtoßenen Bernſtein mit dieſer Auflöſung, ſchüttete die Miſchung in eine Glaskugel mit einem langen Halſe, und bemerkte, da er ſie erhitzte, und hernach wieder erkalten ließ, genau dieſelben Erſcheinungen, welche oben beſchrieben worden ſind. Eine Veränderung in der Temperatur welche nur wenige Grade betrug, brachte die ſtrömende Bewegung hervor, ja es war hinreichend, um dieſelbe zu bewirken, einen erwärmten oder kalten Körper irgend einem Theile des Gefäßes zu nähern. Näherte man einen heißen Körper, ſo erhoben ſich diejenigen Theile der Flüſſigkeit, welche demſelben am nächſten waren. Bei Berührung mit einem kalten Körper ſenkten ſie ſich herab.

Dieſe Beobachtungen führten den Grafen Rumford zu der Unterſuchung, ob nicht das Erwärmen und Erkalten der Körper beträchtlich, durch alles das, zurückgehalten werde, was die Flüſſigkeit derſelben vermindert. Er nahm ein Leinöl-Thermometer von beträchtlicher Größe mit einer kupfernen Kugel und gläſernen Röhre. Die Kugel wurde in die Mitte eines kupfernen Cylinders gebracht, ſo, daß der Umfang des Cylinders von den Seitenwänden der Kugel genau um 0,25175 Zoll rund herum abſtand. Das Thermometer wurde in dieſer Lage durch vier hölzerne Stifte, die von den Außenſeiten und vom Boden des Cylinders hervorragten, ſo wie dadurch erhalten, daß die Röhre deſſelben durch den Korkſtöpſel, mit welchem der Cylinder verſchloſſen war, hindurchging. Der Cylinder wurde mit reinem Waſſer ange-

füllt, und hierauf in ſchmelzenden Schnee eingetaucht, bis das Thermometer auf 52° fiel; alsdann brachte man es unmittelbar in ein Gefäß mit kochendem Waſſer. Das Thermometer ſtieg in einer Zeit von 597 Sekunden von 32° bis auf 200°. Es iſt einleuchtend, daß bei der beſchriebenen Vorrichtung aller Wärmeſtoff, welcher das Thermometer zum Steigen brachte, ſeinen Weg durch das im Cylinder befindliche Waſſer nehmen mußte. Der Verſuch wurde genau auf dieſelbe Art wiederholt, nur mit dem Unterſchiede, daß mit dem im Cylinder befindlichen Waſſer, welches 2276 Gran wog, 192 Gran Stärke gekocht wurden, wodurch die Flüſſigkeit deſſelben beträchtlich vermindert wurde. Jetzt brauchte das Thermometer 1109 Sekunden, um von 32° bis 200° zu ſteigen. Derſelbe Verſuch wurde mit eben der Menge reinen Waſſers wiederholt, mit denen 192 Gran Eiderdaunen vermiſcht worden waren. Letztere dienten blos dazu, die Bewegung der Theilchen zu erſchweren. Bei einem anderen Verſuche wurde der Cylinder mit Aepfelmuß angefüllt. Folgende Tabelle enthält die Reſultate aller dieſer Verſuche:

Zeit, welche verſtrich, ehe der Wärmeſtoff in das Thermometer überging.

Temperatur.	Durch Waſſer u. Stärke.	Durch Waſſer und Eiderdaunen.	Durch Aepfelmuß.	Durch reines Waſſer.
Das Thermometer ſtieg von 32° auf 200° in	Sekunden. 1109	Sekunden. 949	Sekunden. 1096½	Sekunden. 597
Das Thermometer ſtieg um 80° nemlich von 80° auf 160° in	341	269	335	172

Zeit, welche der Wärmeſtoff brauchte, um das Thermometer zu verlaſſen.

Temperatur.	Durch Waſſer u. Stärke.	Durch Waſſer und Eiderdaunen.	Durch Aepfelmuß.	Durch reines Waſſer.
Das Thermometer fiel von 200° auf 40° in	Sekunden. 1548	Sekunden. 1541	Sekunden. 1749½	Sekunden. 1032
Das Thermometer fiel 80°, nämlich von 160° auf 80° in	468	460	520	277

Durch die Stärke und Eiderdaunen wurde die Flüſſigkeit des Waſſers vermindert. Es folgt alſo aus dieſen Verſuchen, daß, jemehr die inneren Bewegungen einer Flüſſigkeit erſchwert werden, eine um ſo längere Zeit verſtreiche, ehe dieſelbe eine gegebene Temperatur annimmt.

Wenn man demnach eine Flüſſigkeit erwärmt, ſo erhält ſie in den gewöhnlichen Fällen den größten Theil ihrer Temperatur durch ihr fortführendes Vermögen. Sind Flüſſigkeiten daher Leiter, ſo iſt doch ihre leitende Kraft im Vergleich mit der fortführenden nur ſehr gering.

Und leiten ihn. Alle Flüſſigkeiten beſitzen aber überdieß das Vermögen, den Wärmeſtoff zu leiten; denn wenn die Quelle der Wärme auf ihrer Oberfläche angebracht wird, ſo bewegt ſich der Wärmeſtoff allmählig unterwärts, und die Temperatur jeder Schichte nimmt nach und nach von der Oberfläche gegen den Boden der Flüſſigkeit ab. In dieſem Falle rührt die Zunahme der Temperatur keinesweges von der fortführenden Kraft der Flüſſigkeit her. Vermöge dieſer, kann ſich zwar der Wärmeſtoff durch die Flüſſigkeit in die

Höhe bewegen, nie aber unterwärts. Die Flüſſigkeiten ſind demnach Leiter für die Wärme.

Der Graf Rumford hat übrigens ganz verſchiedene Schlüſſe aus ſeinen Verſuchen gezogen. Er befeſtigte eine Scheibe Eis auf dem Boden eines gläſernen Gefäßes, und bedeckte ſie $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit kaltem Waſſer. Auf dieſes wurde langſam eine beträchtliche Menge kochendes Waſſer gegoſſen. Wäre nun Waſſer ein Nichtleiter, ſo würde kein Wärmeſtoff durch kaltes Waſſer hindurchgehen, und folglich kein Theil des Eiſes geſchmolzen werden. Das Schmelzen des Eiſes diente demnach zu beſtimmen, ob das Waſſer ein Leiter ſey, oder nicht. In zwei Stunden war ungefähr die Hälfte des Eiſes geſchmolzen. Dieſes ſcheint auf den erſten Anblick ein entſchiedener Beweis dafür zu ſeyn, daß das Waſſer ein Leiter iſt. Allein Rumford verſuchte auf eine ſehr ſinnreiche Art, das Schmelzen des Eiſes zu erklären, ohne daß es nöthig war (wie er ſagt) ſeine Theorie, daß Flüſſigkeiten Nichtleiter ſind, aufzugeben.

Es iſt allgemein bekannt, daß das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers bei einer Temperatur von 40° ein Maximum iſt. Wird es über 40° erhitzt, oder unter 40° erkältet, ſo nimmt ſeine Dichtheit ab. Da nun die Temperatur des Waſſers, das mit dem Eiſe in Berührung war, 32° betrug, ſo iſt es einleuchtend, daß wenn ein Theil des heißen Waſſers bis zu 40° erkaltet wird, es herabſinken, das Waſſer, deſſen Temperatur 32° iſt, aus der Stelle verdrängen, mit dem Eiſe in Berührung kommen, mithin daſſelbe ſchmelzen muß. Der Scharfſinn des Grafen, der ihn nie verläßt, ſetzte ihn in den Stand, vollkommen zu beweiſen, daß das Eis in dieſem Verſuche vollſtändig auf die beſchriebene Art geſchmolzen wer-

de; denn wenn er das Eis theilweiſe mit Stückchen Holz bedeckte, ſo ſchmolz derjenige Theil, der vom Holze beſchattet wurde, nicht. Bedeckte er das ganze Stück Eis mit einer dünnen Zinnplatte, die ein zirkelförmiges Loch in der Mitte hatte, ſo ſchmolz genau derjenige Theil des Eiſes, der unter der Oeffnung der Platte lag. Durch dieſe Thatſachen glaubte er ſich zu der Folgerung berechtigt, daß das Eis durch herabſteigende Ströme des Waſſers geſchmolzen wäre.

Das, was zu beweiſen iſt, iſt keinesweges, ob es unter dieſen Umſtänden herabſteigende Ströme gebe, ſondern ob das Waſſer ein Leiter oder Nichtleiter der Wärme ſey. Wäre das Waſſer ein Nichtleiter, ſo frage ich, wie das heiße Waſſer bis zu der Temperatur von 40° erkaltet werden konnte? Auf der Oberfläche konnte dieſes nicht geſchehen, denn Rumford bemerkt, daß an dieſem Orte die Temperatur nie weniger als 108° betragen habe: auch nicht an den Seiten des Gefäßes, denn in dem einen Verſuche befand ſich der herabſteigende Strom genau in der Achſe, und es folgt aus dem Verſuche mit dem Stückchen Holz unwiderleglich, daß die herabſteigenden Ströme gleichförmig jeden Theil der Oberfläche des Eiſes trafen; welches unmöglich hätte geſchehen können, wenn dieſe Ströme durch die Seitenwände des Gefäßes abgekühlt worden wären. Das heiße Waſſer muß demnach durch das darunter liegende kalte abgekühlt worden ſeyn, folglich muß es dem kalten Waſſer Wärmeſtoff mitgetheilt haben. Iſt aber dieſes der Fall, ſo kann ein Theilchen Waſſer von dem andern Wärmeſtoff abſorbiren: d. h. mit anderen Worten, das Waſſer iſt ein Leiter des Wärmeſtoffes.

Nachdem das heiße Waſſer eine Stunde über dem Eiſe geſtanden hatte, ſo war ſeine Temperatur folgende:

Auf der Oberfläche des Eiſes	40°
Ein Zoll über dem Eiſe .	80°
Zwei Zoll . . .	118°
Drei Zoll . . .	128°
Vier Zoll . . .	130°
Sieben Zoll . . .	131°.

Wie wäre es möglich, dieſe ſtufenweiſe Verminderung der Temperatur, ſo wie man ſich dem Eiſe nähert, zu erklären, wenn das Waſſer ein Nichtleiter wäre? Man könnte ſagen, das Waſſer ſtröme auf ſeiner Oberfläche Wärmeſtoff aus, ſinke hinunter, wo ſich die Theilchen deſſelben nach ihrem ſpecifiſchen Gewichte anordnen. Wäre dieſes der Fall, wie käme es, daß nur ein Grad Unterſchied in der Temperatur bei 4 und 7 Zoll über der Oberfläche des Eiſes ſtatt fände? Man ſieht hieraus, daß Rumford's Verſuche, weit entfernt zu beweiſen, daß das Waſſer ein Nichtleiter ſey, vielmehr die Vorausſetzung begünſtigen, daß es den Wärmeſtoff leite.

Rumford verſuchte auf folgende Art, ob Oel und Queckſilber Leiter der Wärme ſind. Wird in einer gläſernen Flaſche Waſſer durch eine kaltmachende Miſchung zum Gefrieren gebracht, ſo bildet ſich das Eis zuerſt an den Seiten, und nimmt nach und nach an Dicke zu. Das Waſſer, welches ſich in der Achſe des Gefäßes befindet, und am längſten ſeine Flüſſigkeit beibehält, wird durch die Ausdehnung des Eiſes zuſammengedrückt, aufwärts getrieben, und bildet, wenn die ganze Maſſe gefroren iſt, in der Mitte ein Hügelchen, das zuweilen einen halben Zoll über die Oberfläche des übrigen Eiſes hervorragt. Auf Eis, das auf die angegebene Art gefroren war, ſchüttete Rumford ſoviel Baumöl, das er vor=

her bis auf 32° erkaltet hatte, daß es 3 Zoll hoch über dem Eiſe ſtand. Das Gefäß war ſo weit, als das Eis reichte, mit einer Miſchung von geſtoßenem Eiſe und Waſſer umgeben. Ein maſſiver Cylinder aus Schmiedeeiſen, der 1,25 Zoll im Durchmeſſer und 12 Zoll in der Länge hatte, und zu dem ein Futteral aus dickem Pappiere verfertigt war, wurde in kochendem Waſſer bis zu einer Temperatur von 210° erhitzt, und ſchnell in das Futteral geſteckt. Man hatte ihn vorher an der Decke des Zimmers ſo befeſtigt, daß man ihn bequem hinaufziehen und herunterlaſſen konnte. Man ließ ihn allmählig in das Oel herab, bis die untere Fläche des heißen Eiſens, die genau über dem höchſten Punkte des vorher erwähnten Eishügelchens ſtand, von dieſem etwa nur $\frac{2}{10}$ Zoll entfernt war. Das Ende des Futterals ragte $\frac{1}{10}$ Zoll über die untere Fläche des heißen metalliſchen Cylinders hervor. Wäre nun das Baumöl ein Leiter, ſo hätte der aus dem Cylinder ſtrömende Wärmeſtoff durch daſſelbe hindurchgehen, und das Eis ſchmelzen müſſen. Es wurde aber von dem Eiſe nichts geſchmolzen, und wenn ſtatt des Baumöls Queckſilber genommen wurde, ſo war das Reſultat genau daſſelbe *).

Aus dieſen Verſuchen ſchließt Rumford, daß weder das Oel noch das Queckſilber im Stande ſey, den Wärmeſtoff zu leiten. Allein der Verſuch iſt in keinem Falle genau genug, um die ſtreitige Frage zu entſcheiden. Stellt man an die Stelle des Eishügelchens ein Thermometer, ſo ſteigt es, wie ich mich durch Verſuche überzeugt habe, ſtets um einige Grade; folglich verbreitete ſich auch in dieſem Falle der Wärmeſtoff abwärts. Der Verſuch iſt mithin der Voraus-

*) Rumford Essay VII. Part. II. chap. 1.

ſetzung, daß dieſe Flüſſigkeiten Leiter der Wärme ſind, günſtig.

Rumford's Verſuche beweiſen demnach keinesweges den Satz, daß die Flüſſigkeiten Nichtleiter ſind, ſondern vielmehr das Gegentheil. Ich überzeugte mich überdieß durch folgenden beſtimmten Verſuch von der leitenden Eigenſchaft derſelben.

Ich füllte mit der zu prüfenden Flüſſigkeit ein gläſernes Gefäß bis zur Hälfte, und übergoß ſie mit einer heißen Flüſſigkeit von geringerem ſpecifiſchen Gewichte. Auf der Oberfläche, im Mittelpunkte, und auf dem Boden der kalten Flüſſigkeit, waren Thermometer angebracht; ſtiegen dieſe, ſo folgte unwiderleglich, daß die Flüſſigkeit ein Leiter ſey, weil in dieſem Falle ſich der Wärmeſtoff unterwärts bewegte. Das Thermometer an der Oberfläche fing unmittelbar an zu ſteigen, ihm folgte das Thermometer in der Mitte, und zuletzt ſtieg das auf dem Boden befindliche. Das erſte erhob ſich zu 118°, das zweite zu 90°, das dritte zu 86°. Das erſte erreichte ſein Maximum in einer Minute, das zweite in 15 Minuten, das dritte in 25 Minuten. Die leitende Kraft des Waſſers wurde auf ähnliche Art verſucht, nur wurde dieſes mit heißem Oel übergoſſen. Um völlig genaue Reſultate zu erhalten, müſſen die Verſuche mit größter Vorſicht angeſtellt werden. Wegen der hierbei zu beobachtenden Vorſicht verweiſe ich auf Nicholſon's Journal *), wo ich ſie ausführlich beſchrieben habe.

Dieſe Verſuche ſind ſeitdem von Murray durch einen äußerſt ſcharfſinnigen und überzeugenden Verſuch beſtätigt

*) Nicholson's Jour. IV, 529.

worden. Um jeden Verdacht zu entfernen, daß das Gefäß Wärmeſtoff zuführen könne, bediente er ſich eines Behältniſſes von Eis, das unfähig iſt einen höheren Grad von Wärme als die von 32° zuzuleiten. In dieſem Gefäße ſtellte er die Verſuche auf die von mir beſchriebene Art an, und erhielt dieſelben Reſultate. Das Thermometer ſtieg jedesmal, ſo wie der Oberfläche derjenigen Flüſſigkeit, welche daſſelbe umgab, ein heißer Körper genähert wurde **). Dalton hat gleichfalls kürzlich eine Reihe von Verſuchen bekannt gemacht, die ſehr viel Aehnlichkeit mit den meinigen haben, und zu denſelben Folgerungen führen. Aus den Nachrichten, die er ſeiner Abhandlung beigefügt hat, ſieht man, daß er ſie zu der nemlichen Zeit, da ich mit der Bekanntmachung der meinigen beſchäftigt war, angeſtellt, und eine Nachricht davon der Geſellſchaft zu Mancheſter mitgetheilt habe: durch den Druck ſind ſie erſt 2 Jahre ſpäter bekannt geworden ***).

Die flüſſigen Subſtanzen ſind demnach, ſo weit unſere Verſuche reichen, eben ſo wohl Leiter des Wärmeſtoffes, als die feſten; man muß alſo alle Körper, die wir kennen, für Leiter des Wärmeſtoffes halten.

Relatives leitendes Vermögen der Körper.

Nimmt man eine eiſerne Stange und einen Stein von derſelben Ausdehnung, und legt man das eine Ende von jedem in das Feuer, ſo findet man, daß ein an dem anderen Ende des Eiſens befindliches Thermometer weit früher zu ſteigen anfängt, als ein an dem andern Ende des Steines angebrachtes. Es leiten alſo nicht alle

**) Nicholson's Jour. 8vo. I.

***) Manchester Memoirs V.

Körper den Wärmeſtoff mit derſelben Schnelligkeit und Leichtigkeit. Diejenigen Körper, durch welche er mit Leichtigkeit hindurchgeht, werden gute Leiter, diejenigen hingegen, durch welche er mit Schwierigkeit hindurchgeht, ſchlechte Leiter genannt.

Man hat bis jetzt zu wenig Verſuche angeſtellt, um mit Genauigkeit beſtimmen zu können, in welchem Grade die verſchiedenen Körper den Wärmeſtoff leiten. Deſſen ungeachtet iſt der Gegenſtand von ſehr großer Wichtigkeit, und verdient die genaueſte Unterſuchung.

Der Metalle. Unter allen bisher bekannten Körpern ſind die Metalle die beſten Leiter: doch findet in Anſehung der leitenden Kraft bei ihnen ein Unterſchied ſtatt. Jugenhouß ließ ſich Cylinder aus verſchiedenen Metallen genau von derſelben Größe verfertigen, überzog ſie mit Wachs, tauchte ihre Enden in heißes Waſſer, und ſchloß aus der Länge des abgeſchmolzenen Wachsüberzuges auf die leitende Eigenſchaft derſelben. Nach dieſen Verſuchen beſtimmte er folgendermaßen die Ordnung der Metalle, in Anſehung des Vermögens, den Wärmeſtoff zu leiten *).

Silber.
Gold.
Kupfer }
Zinn } beinahe gleich.
Platin }
Eiſen }
Stahl } ſtehen den übrigen in Anſehung des Vermögens den Wärmeſtoff zu leiten, weit nach.
Blei }

*) Jour. de Phys. 1789. p. 68.

Der Steine. Nächſt den Metallen ſcheinen die Steine die beſten Leiter zu ſeyn; doch fällt dieſe Eigenſchaft bei verſchiedenen Steinen ſehr verſchieden aus. Ziegelſteine ſind ungleich ſchlechtere Leiter, als die meiſten anderen Steine.

Des Glaſes. Das Glas ſcheint in Rückſicht der leitenden Eigenſchaft, ſich wenig von den Steinen zu unterſcheiden. Es iſt eben ſo, wie dieſe, ein ſchlechter Leiter. Dieß iſt der Grund, warum es ſo leicht ſpringt, wenn es ſtark erwärmt oder abgekühlt wird: ein Theil deſſelben nimmt den Wärmeſtoff früher an, oder läßt ihn früher fahren, als die übrigen, dehnt oder zieht ſich dem gemäß zuſammen, und zerſtört den Zuſammenhang des Ganzen.

Des Holzes. Die nächſte Stelle nimmt getrocknetes Holz ein. Meyer *) hat eine Reihe von Verſuchen über das leitende Vermögen einer großen Menge von Holzarten angeſtellt. Folgende Tabelle enthält das Reſultat derſelben, wobei zu bemerken iſt, daß die leitende Kraft des Waſſers gleich 1 geſetzt worden.

Körper.	Leitende Kraft.
Waſſer	= 1,00.
Diaspyrus ebenum . . .	= 2,17.
Pyrus malus	= 2,74.
Fraxinus excelsior . . .	= 3,08.
Fagus sylvatica	= 3,21.
Carpinus betulus . . .	= 3,23.
Prunus domestica . . .	= 3,25.
Ulmus	= 3,25.
Quercus robur pedunculata .	= 3,26.

*) Ann. de Chim. XXX, 32.

Körper.	Leitende Kraft.
Pyrus communis	= 3,32.
Betula alba	= 3,41.
Quercus robur sessilis . .	= 3,63.
Pinus picea	= 3,75.
Betula albas	= 3,84.
Pinus sylvestris . . .	= 3,86.
Pinus abies	= 3,89.
Tilea Europaea . . .	= 3,90.

Kohle, Federn, u. ſ. w.

Die Kohle iſt gleichfalls ein ſchlechter Leiter. Nach Morveau's Verſuchen *) verhält ſich die leitende Kraft derſelben zu der des feinen Sandes wie 2 zu 3. Federn, Seide, Wolle und Haare ſind noch ſchlechtere Leiter, als die bisher angeführten Subſtanzen. Aus dieſem Grunde ſind ſie vorzüglich geſchickt, um zu Kleidungsſtücken zu dienen: denn ſie verhindern, daß die Wärme des Körpers durch die äußere Luft abgeleitet werde. Graf Rumford hat ſehr ſinnreiche Verſuche über das leitende Vermögen dieſer Subſtanzen angeſtellt **). Er fand, daß es ſich umgekehrt verhalte, wie die Feinheit ihres Gewebes.

Relatives leitendes Vermögen der Flüſſigkeiten.

Das leitende Vermögen der flüſſigen Subſtanzen iſt noch nicht mit Genauigkeit unterſucht worden. Ich habe durch Verſuche gefunden, daß das relative leitende Vermögen des Queckſilbers, Waſſers und Leinöls folgende Ordnung beobachtet.

I. Gleiche

*) Ann. de Chim. XXVI, 225.

**) Phil. Trans. 1792.

I. Gleiche Volumina.

Waſſer	. . .	= 1,000.
Queckſilber	. . .	= 2,000.
Leinöl	. . .	= 1,111.

II. Gleiches Gewicht.

Waſſer	. . .	= 1,000.
Queckſilber	. . .	= 4,800.
Leinöl	. . .	= 1,085.

Da die Körper den Wärmeſtoff in Verhältniß ihrer Verwandſchaft zu demſelben leiten, ſo dient die Ungleichheit ihres leitenden Vermögens zu einem Beweiſe, daß ihre Verwandſchaft zum Wärmeſtoffe gleichfalls ungleich ſey. Es iſt wahrſcheinlich, daß in allen Fällen die Verwandſchaft der Körper zum Wärmeſtoffe ſich umgekehrt wie ihre leitende Kraft verhalte. Wäre uns demnach das relative leitende Vermögen der Körper bekannt, ſo würde uns das umgekehrte deſſelben die Verwandſchaften der Körper zum Wärmeſtoffe in abſoluten Zahlen geben. So iſt die Verwandſchaft des

Waſſers	. $= 1$	. $= 1.$
Queckſilbers	. $= \frac{1}{4,8}$	. $= 0,208.$
Leinöls	. $= \frac{1}{1,085}$	. $= 0,921.$

Dritter Abſchnitt.

Von der gleichen Vertheilung der Temperatur.

Im vorigen Abſchnitte wurde gezeigt, daß ſich der Wärmeſtoff, wiewohl mit verſchiedenen Graden der Leichtigkeit, durch alle Körper bewegen könne. Die Folge von dieſer Eigenſchaft iſt ein Beſtreben, ſich durch alle Körper, die mit einander in Gemeinſchaft ſind, ſo zu vertheilen, daß das Thermometer für alle dieſelbe Temperatur angiebt.

Körper die in Gemeinſchaft ſtehen, nehmen dieſelbe Temperatur an.

1. Man kann nach Belieben die Temperatur der Körper erhöhen, wenn man ſie der Einwirkung unſeres gewöhnlichen künſtlichen Feuers ausſetzt. Wird eine eiſerne Stange lange genug in ein gewöhnliches Feuer gelegt, ſo wird ſie glühend, nimmt man ſie hingegen heraus, ſo behält ſie bei dem Zutritte der Luft nicht die Temperatur, welche ſie angenommen hatte, ſondern wird nach und nach kälter, bis ſie ſich die Temperatur der in der Nachbarſchaft befindlichen Körper angeeignet hat. Wird auf der anderen Seite die eiſerne Stange dadurch erkaltet, daß man ſie einige Zeit mit Schnee bedeckt, und dann in ein warmes Zimmer gebracht; ſo behält ſie dieſe niedrige Temperatur nicht, ſondern wird nach und nach heißer, bis ſie die Temperatur des Zimmers angenommen hat. Aus den angeführten Erfahrungen erſieht man, daß kein Körper, der von kälteren umgeben iſt, ſeine hohe Temperatur beibehalten könne, ſo wie keiner ſeine niedere Temperatur beibehält, der mit wärmeren Körpern in Gemeinſchaft iſt. Ungeachtet der Wärmeſtoff anfänglich mit den Körpern ver-

bunden war, ſo vertheilt er ſich doch allmählich auf eine ſolche Art, daß alle mit dem erwärmten Körper in Gemeinſchaft ſtehende Subſtanzen, wenn ſie mit dem Thermometer unterſucht werden, dieſelbe Temperatur zeigen. Nach Verſchiedenheit der Größe und Beſchaffenheit des Körpers erfolgen dieſe Veränderungen nach einem längeren oder kürzeren Zeitraume, ſie finden endlich aber immer ſtatt.

Dieſes Geſetz iſt allgemein bekannt. Will man einen Gegenſtand erwärmen, ſo nähert man ihn dem Feuer, will man ihn abkühlen, ſo umgiebt man ihn mit kalten Körpern. In letzterem Falle geht der Wärmeſtoff nicht verloren, ſondern wird nur gleichförmig durch die Körper vertheilt. Vermiſcht man eine gewiſſe Anzahl Subſtanzen, von denen einige kalt, die anderen warm ſind, mit einander, ſo nehmen ſie alle dieſelbe Temperatur an, und dieſe neue Temperatur iſt das Mittel aller der Temperaturen, welche die Subſtanzen zuerſt hatten. Die kälteren werden heißer, umgekehrt die wärmeren kälter. Dieſe Eigenſchaft des Wärmeſtoffes iſt von den Naturforſchern das G l e i c h g e w i c h t d e s W ä r m e ſ t o f f e s genannt worden, mir ſcheint es ſchicklicher zu ſeyn, ſie die g l e i c h f ö r m i g e V e r t h e i l u n g d e r T e m p e r a t u r zu nennen.

2. Der Wärmeſtoff, welcher die heißen Körper verläßt, um dieſe Gleichheit der Temperatur hervorzubringen, wird zum Theil von den benachbarten Körpern fortgeleitet, zum Theil ſtrahlt er aus der Oberfläche der feſten Körper aus.

Daß der Wärmeſtoff von den benachbarten Körpern geleitet wird, ergiebt ſich aus dieſem Umſtande, daß die Zeit, in welcher heiße Körper erkalten, ſehr von der Beſchaffenheit der kalten Körper, welche ihn umgeben, abhängt. Ein in

der Luft aufgehängtes Eiſen braucht weit längere Zeit, um zu erkalten, als wenn es in Waſſer von derſelben Temperatur getaucht wird.

Der Wärmeſtoff ſtrahlt aus den Körpern aus.

3. Daß der Wärmeſtoff von den Oberflächen der Körper ausgeſtrahlt werde, ergiebt ſich unwiderſprechlich aus den Verſuchen, welche in dem erſten Abſchnitte dieſes Kapitels beſchrieben worden ſind. Dieſes muß demnach eine Urſache ihres Abkühlens ſeyn. In welchem Verhältniſſe aber der ausgeſtrahlte Wärmeſtoff zu den geleiteten Körpern ſtehe, muß durch Verſuche näher ausgemittelt werden.

Und wird von denſelben geleitet.

4. Daß das Ausſtrahlen nicht die einzige Urſache des Erkaltens heißer Körper ſey, iſt durch Pictet's Verſuche *) dargethan worden, wodurch er zeigte, daß ein heißer Körper im leeren Raume der Luftpumpe langſamer erkalte, als in der freien Luft. Eben ſo hat Rumford **) gezeigt, daß das Abkühlen noch weit langſamer in der Toricelliſchen Leere erfolge. Dadurch nun, daß ein Körper in einen luftleeren Raum gebracht wird, kann das Ausſtrahlen des Wärmeſtoffs nicht vermindert werden, obwohl verhindert wird, daß ihm nicht durch Ableiten die gehörige Menge Wärmeſtoff geraubt werde.

Geſetz von Kraft und Richmann.

5. Aus den Verſuchen von Kraft und Richmann ***), die mit großer Genauigkeit mit vielen Körpern angeſtellt worden, läßt ſich nachſtehende allgemeine Folgerung ziehen, die alles das, was bis jetzt über

*) Sur le Feu, chap. I.
**) Phil. Trans. 1786.
***) Nov. Comm. Petrop. I. 195.

das Erwärmen und Abkühlen der Körper bekannt gemacht worden iſt, in ſich faßt.

Wird ein Körper in einem Medium, deſſen Temperatur von der ſeinigen verſchieden iſt, aufgehängt, ſo vermindert ſich der Unterſchied zwiſchen der Temperatur des Körpers und des Mediums in einem geometriſchen Verhältniſſe, während die Zeit in einem arithmetiſchen Verhältniſſe zunimmt.

Dieſes Geſetz iſt zuerſt von Newton angegeben worden, der mit Hülfe deſſelben verſchiedene Temperaturen berechnet hat, welche diejenigen überſteigen, die von den Skalen der Thermometer angegeben werden.

Das Abkühlen erwärmter Körper hängt ſehr viel von ihrer Güte als Leiter der Wärme ab. Schlechte Leiter erkalten weit langſamer, als gute. Erhitzt man Queckſilber mit Waſſer bis zu demſelben Grade, und verſetzt man ſie in dieſelben Umſtände, ſo erkaltet das Queckſilber mehr als doppelt ſo ſchnell, als das Waſſer. Im Allgemeinen verhält ſich die Zeit des Abkühlens, wenn alle übrigen Umſtände gleich ſind, beinahe umgekehrt wie das leitende Vermögen der Flüſſigkeiten.

Verſuche um das Gleichgewicht der Wärme zu erklären.

7. Sowie man die Bemerkung gemacht hatte, daß benachbarte Körper dieſelbe Temperatur annehmen, ſo verſuchten die Naturforſcher mehrere Erklärungen dieſer Erſcheinung. Mairan und andere Naturforſcher, welche in den erſten Jahren des achtzehnten Jahrhunderts lebten, nahmen an, daß der Wärmeſtoff eine Flüſſigkeit ſey, die alle Räume durchdringe, und daß die Körper in ihm ohne irgend eine Verwandſchaft gegen denſelben

zu haben, wie der Schwamm im Waſſer ſchwimmen. Die Folge von allem dieſen, war ein beſtändiges Beſtreben; eine gleichförmige Dichtheit des Wärmeſtoffes hervorzubringen. Wird demnach derſelbe in einem Körper angehäuft, ſo muß er ausfließen; iſt zu wenig in ihm befindlich, ſo muß ſo lange Wärmeſtoff zufließen, bis die Gleichheit der Dichtheit hergeſtellt iſt.

Dieſe Hypotheſe iſt mit der Erſcheinung, welche ſie erklären ſoll, ganz unverträglich: wäre ſie richtig, ſo müßten alle Körper mit derſelben Leichtigkeit erwärmt und abgekühlt werden können, und die Hitze müßte in dem Brennpunkte eines Brennglaſes eben ſo lange anhalten, als in einer goldenen Kugel von demſelben Durchmeſſer. Sie iſt gleichfalls mit der Natur des Wärmeſtoffes übereinſtimmend, welcher, wie in dem erſten Abſchnitte dieſes Kapitels gezeigt worden iſt, eine von Mairans hypothetiſcher Flüſſigkeit ſehr verſchiedene Subſtanz iſt.

Hypotheſe von Pictet.

8. Pictet gab eine andere und zugleich ſcharfſinnigere Erklärung von der gleichförmigen Vertheilung der Temperatur. Nach dieſem Naturforſcher wird, wenn der Wärmeſtoff in einem Körper angehäuft wird, dadurch, daß die Entfernung zwiſchen den Theilchen deſſelben abnimmt, die abſtoßende Kraft unter ihnen vermehrt. Demzufolge ſtoßen ſie einander ab, entfliehen nach allen Richtungen, und fahren fort ſich zu trennen, bis der Wärmeſtoff anderer Körper, der mit ihnen von derſelben relativen Dichte iſt, indem er ſie ſeinerſeits abſtößt, ſie nöthigt, in der Lage zu bleiben, in welcher ſie ſich befinden. Die gleichförmige Vertheilung der Temperatur hängt demnach davon ab, daß ſich zwei entgegengeſetzte Kräfte in das Gleichgewicht ſetzen. Eine

dieſer Kräfte iſt die Abſtoßung der Theilchen des Wärmeſtoffes in demjenigen Körper, welcher ſtrebt, ſeine Temperatur zu vermindern. Die andere dieſer Kräfte iſt die Repulſionskraft zwiſchen dem Wärmeſtoff des Körpers und dem umgebenden Wärmeſtoffe, welcher ſtrebt, die Temperatur zu erhöhen. Iſt die erſte Kraft größer als die zweite, welches der Fall iſt, wenn die Temperatur des Körpers höher iſt, als die der umgebenden Körper, ſo entweicht der Wärmeſtoff, und die Temperatur des Körpers wird niedriger. Iſt die letzte Kraft größer als die erſte, welches ſich dann ereignet, wenn ein Körper kälter iſt als diejenigen, welche ihn umgeben, ſo werden die Theilchen des Wärmeſtoffes genöthigt, ſich einander mehr zu nähern, es dringt neuer Wärmeſtoff ein, um den Raum, welchen jene verlaſſen haben, auszufüllen, und der Körper wird heiß. Sind beide Kräfte gleich, ſo ſagt man, daß die Körper von derſelben Temperatur ſind, und es findet keine Veränderung ſtatt *).

So ſinnreich dieſe Theorie iſt, ſo widerſprechen ihr dennoch die Erſcheinungen, welche beim Erwärmen und Abkühlen der Körper wahrgenommen werden, und der ſcharfſinnige Verfaſſer hat ſie daher ſelbſt aufgegeben.

Von Prevoſt. 9. Diejenige Meinung, die jetzt am meiſten herrſchend iſt, und welche die, bei dem Wärmeſtoffe vorkommenden Erſcheinungen am befriedigendſten erklärt, iſt die von Prevoſt. Er machte ſie zuerſt, ihren Hauptſätzen nach, im Journal de Physique vom Jahre 1791 bekannt, und trug ſie nachmals ausführlicher in ſeinen Recherches sur la Chaleur, Geneve 1792 vor. Sie wurde

---

*) Pictet sur le Feu, chap. I.

bald darauf von Pictet angenommen*), und iſt kürzlich von Prevoſt dazu angewandt worden, um die Verſuche von Herſchel und Pictet **) zu erklären. Nach ihm iſt der Wärmeſtoff eine diskrete Flüſſigkeit, von der im freien Zuſtande ſich jedes Theilchen mit einer ungeheuren Geſchwindigkeit bewegt. Erwärmte Körper ſenden Wärmeſtrahlen nach allen Richtungen aus; allein die Theilchen derſelben liegen ſo entfernt von einander, daß ſo wie bei dem Lichte mehrere Ströme einander durchkreuzen können, ohne ſich wechſelſeitig zu ſtören. Hieraus folgt ungezwungen, daß wenn man zwei benachbarte Räume, in welchen der Wärmeſtoff angehäuft iſt, annimmt, zwiſchen ihnen ein ununterbrochener Wechſel des Wärmeſtoffes ſtatt haben müſſe. Iſt er in beiden in gleicher Menge vorhanden, ſo wird jeder auf der einen Seite ſo viel gewinnen, als er auf der anderen Seite verliert, und die Temperatur wird dieſelbe bleiben. Enthält der eine mehr Wärmeſtoff als der andere, ſo wird die Auswechslung ungleich ſeyn, und bei einer ununterbrochenen Wiederholung dieſer Ungleichheit muß das Gleichgewicht der Temperatur zwiſchen ihnen hergeſtellt werden.

Denkt man ſich einen Körper in ein Medium verſetzt, welches heißer als er ſelbſt iſt, und die Temperatur dieſes Mediums beſtändig; ſo kann man ſich den Wärmeſtoff deſſelben als aus zwei Antheilen beſtehend vorſtellen; der eine derſelben iſt der Temperatur des Körpers, der andere der Differenz gleich, welche zwiſchen der Temperatur des Körpers und des Mediums ſtatt findet. Den erſten Antheil kann man ganz

*) Biblioth. Brittan. IV, 30.
**) Phil. Trans. 1802. P. 403.

außer Acht laſſen, da die Ausſtrahlungen des Körpers, dem ſeinigen das Gleichgewicht halten. Der Ueberſchuß allein muß in Betracht gezogen werden, und in Verhältniß gegen dieſen kann der Körper als abſolut kalt, oder, als wenn er gar keinen Wärmeſtoff enthielte, betrachtet werden. Nimmt man an, daß der Körper von dieſem Ueberſchuſſe $\frac{1}{10}$ in einer Sekunde erhalte, ſo wird nach Verlauf der erſten Sekunde der Ueberſchuß nur noch $\frac{9}{10}$ betragen. Von dieſem Rückſtande wird in der nächſt folgenden Sekunde wiederum $\frac{1}{10}$ in den Körper übergehen, und der Ueberſchuß wird auf $\frac{9}{10}$ von $\frac{9}{10}$ oder $(\frac{9}{10})^2$ zurückgeführt werden. Nach Verlauf der dritten Sekunde wird der Ueberſchuß $(\frac{9}{10})^3$, nach Verlauf der vierten $(\frac{9}{10})^4$ und ſo fort, betragen; ſo, daß wenn die Zeit in einem arithmetiſchen Verhältniſſe zunimmt, der Ueberſchuß in einem geometriſchen Verhältniſſe vermindert wird, geuau ſo wie es Richmann's Regel angiebt.

Dieß iſt ein kurzer Abriß von Prevoſt's Theorie. Sie gründet ſich gänzlich auf das Ausſtrahlen des Wärmeſtoffes, und läßt die Wirkung, welche das leitende Vermögen der Körper hervorbringen muß, ganz außer Acht. Die Wirklichkeit des Ausſtrahlens des Wärmeſtoffes kann nicht bezweifelt werden, und es iſt ausnehmend wahrſcheinlich, daß die gleichförmige Vertheilung der Temperatur eine Folge davon ſey. Würde der Wärmeſtoff nur allein geleitet, ſo würde die Verbreitung deſſelben äußerſt langſam erfolgen, und es würde eine abſolute Gleichheit der Temperatnr kaum zu erreichen ſeyn. Zu gleicher Zeit muß man einräumen, daß dieſe Eigenſchaft der Körper einen beträchtlichen Einfluß auf die Beſtimmung der Zeit hat, welche verfließt, bis die Temperatur benachbarter Körper völlig gleich wird. In ſo

bald darauf von Pictet angenommen*), und iſt kürzlich von Prevoſt dazu angewandt worden, um die Verſuche von Herſchel und Pictet **) zu erklären. Nach ihm iſt der Wärmeſtoff eine diskrete Flüſſigkeit, von der im freien Zuſtande ſich jedes Theilchen mit einer ungeheuren Geſchwindigkeit bewegt. Erwärmte Körper ſenden Wärmeſtrahlen nach allen Richtungen aus; allein die Theilchen derſelben liegen ſo entfernt von einander, daß ſo wie bei dem Lichte mehrere Ströme einander durchkreuzen können, ohne ſich wechſelſeitig zu ſtören. Hieraus folgt ungezwungen, daß wenn man zwei benachbarte Räume, in welchen der Wärmeſtoff angehäuft iſt, annimmt, zwiſchen ihnen ein ununterbrochener Wechſel des Wärmeſtoffes ſtatt haben müſſe. Iſt er in beiden in gleicher Menge vorhanden, ſo wird jeder auf der einen Seite ſo viel gewinnen, als er auf der anderen Seite verliert, und die Temperatur wird dieſelbe bleiben. Enthält der eine mehr Wärmeſtoff als der andere, ſo wird die Auswechslung ungleich ſeyn, und bei einer ununterbrochenen Wiederholung dieſer Ungleichheit muß das Gleichgewicht der Temperatur zwiſchen ihnen hergeſtellt werden.

Denkt man ſich einen Körper in ein Medium verſetzt, welches heißer als er ſelbſt iſt, und die Temperatur dieſes Mediums beſtändig; ſo kann man ſich den Wärmeſtoff deſſelben als aus zwei Antheilen beſtehend vorſtellen; der eine derſelben iſt der Temperatur des Körpers, der andere der Differenz gleich, welche zwiſchen der Temperatur des Körpers und des Mediums ſtatt findet. Den erſten Antheil kann man ganz

*) Biblioth. Brittan. IV, 30.
**) Phil. Trans. 1802. P. 403.

außer Acht laſſen, da die Ausſtrahlungen des Körpers, dem ſeinigen das Gleichgewicht halten. Der Ueberſchuß allein muß in Betracht gezogen werden, und in Verhältniß gegen dieſen kann der Körper als abſolut kalt, oder, als wenn er gar keinen Wärmeſtoff enthielte, betrachtet werden. Nimmt man an, daß der Körper von dieſem Ueberſchuſſe $\frac{1}{10}$ in einer Sekunde erhalte, ſo wird nach Verlauf der erſten Sekunde der Ueberſchuß nur noch $\frac{9}{10}$ betragen. Von dieſem Rückſtande wird in der nächſt folgenden Sekunde wiederum $\frac{1}{10}$ in den Körper übergehen, und der Ueberſchuß wird auf $\frac{9}{10}$ von $\frac{9}{10}$ oder $(\frac{9}{10})^2$ zurückgeführt werden. Nach Verlauf der dritten Sekunde wird der Ueberſchuß $(\frac{9}{10})^3$, nach Verlauf der vierten $(\frac{9}{10})^4$ und ſo fort, betragen; ſo, daß wenn die Zeit in einem arithmetiſchen Verhältniſſe zunimmt, der Ueberſchuß in einem geometriſchen Verhältniſſe vermindert wird, geuau ſo wie es Richmann's Regel angiebt.

Dieß iſt ein kurzer Abriß von Prevoſt's Theorie. Sie gründet ſich gänzlich auf das Ausſtrahlen des Wärmeſtoffes, und läßt die Wirkung, welche das leitende Vermögen der Körper hervorbringen muß, ganz außer Acht. Die Wirklichkeit des Ausſtrahlens des Wärmeſtoffes kann nicht bezweifelt werden, und es iſt ausnehmend wahrſcheinlich, daß die gleichförmige Vertheilung der Temperatur eine Folge davon ſey. Würde der Wärmeſtoff nur allein geleitet, ſo würde die Verbreitung deſſelben äußerſt langſam erfolgen, und es würde eine abſolute Gleichheit der Temperatnr kaum zu erreichen ſeyn. Zu gleicher Zeit muß man einräumen, daß dieſe Eigenſchaft der Körper einen beträchtlichen Einfluß auf die Beſtimmung der Zeit hat, welche verfließt, bis die Temperatur benachbarter Körper völlig gleich wird. In ſo

fern Prevoſt's Hypotheſe dieſen Umſtand überſieht, der offenbar von der Verwandſchaft zwiſchen dem Wärmeſtoffe und anderen Körpern abhängt, ſo muß ſie als unvollkommen betrachtet werden.

Vierter Abſchnitt.

Von den Wirkungen des Wärmeſtoffes.

Da in den vorhergehenden Abſchnitten von der Natur des Wärmeſtoffes, und der Art, wie er ſich durch die Körper hindurchbewegt und ſich unter dieſelben vertheilt, gehandelt worden iſt, ſo will ich jetzt die Wirkungen betrachten, die er auf andere Körper hervorbringt, indem er ſich entweder mit ihnen verbindet, oder von ihnen trennt. Die Kenntniß dieſer Wirkungen wird von der größten Wichtigkeit ſeyn, theils weil ſie uns in Stand ſetzt, in chemiſcher Rückſicht die größten Wirkungen auf die Naturkörper hervorzubringen, theils weil wir dadurch die wichtigſten Erſcheinungen zu begreifen und zu erklären im Stande ſind. Die Wirkungen, welche der Wärmeſtoff in den Körpern hervorbringt, laſſen ſich unter drei Geſichtspunkte bringen.

1) Veränderungen des Volumens.
2) Veränderungen des Zuſtandes.
3) Veränderungen in der chemiſchen Zuſammenſetzung der Körper.

Von jeder Art dieſer Veränderungen wird beſonders gehandelt werden.

I. Von den Veränderungen des Volumens.

Ausdeh-nung. Es kann als eine allgemeine Regel, gegen die keine bekannte Ausnahme ſtatt findet, angeſehen werden, daß jeder Zuſatz oder Hinwegnahme von Wärmeſtoff, eine correſpondirende Veränderung in dem Volumen desjenigen Körpers, der einer Veränderung der Temperatur ausgeſetzt worden, hervorbringt. Im allgemeinen vermehrt ein Zuſatz von Wärmeſtoff das Volumen der Körper, die Hinwegnahme deſſelben vermindert es; dieß iſt aber nicht allgemein der Fall, ungeachtet die Ausnahmen nicht zahlreich ſind. Dieſe Ausnahmen ſind in der That nur auf eine geringe Anzahl der Körper beſchränkt, und auch bei dieſen ſind ſie nicht allgemein, ſondern finden nur bei gewiſſen Temperaturen ſtatt; während bei allen übrigen Temperaturen dieſe Körper beim Erwärmen an Volumen zunehmen, beim Erkalten hingegen ſich zuſammenziehen. Man kann daher die Ausdehnung als eine der allgemeinſten Wirkungen der Wärme anſehen. Sie iſt gewiß eine der wichtigſten, indem ſie uns Mittel an die Hand giebt, die andern dadurch zu meſſen. Ich werde zuerſt von den Erſcheinungen der Ausdehnung handeln, und dann die Ausnahmen, welche beobachtet worden ſind, anführen.

Iſt in verſchiedenen Körpern verſchieden. 1. Ungeachtet alle Körper durch die Wärme ausgedehnt, und durch die Kälte zuſammengezogen werden, und dieſe Ausdehnung in demſelben Körper ſtets einer gewiſſen Funktion der hinzugeſetzten, oder entzogenen Menge Wärmeſtoff gleich iſt; ſo hat man doch die abſolute Ausdehnung und Zuſammenziehung in verſchiedenen Körpern ausnehmend verſchieden gefunden. Im allgemeinen iſt die Ausdehnung der gasförmigen Flüſſigkeiten die größte von allen, die der tropfbaren iſt weit geringer, und die der

feſten die geringſte von allen. Erhitzt man 100 Kubikzoll athmosphäriſche Luft von 32° bis zu 212°, ſo nehmen ſie ein Volumen von 137,5 Kubikzollen ein; während dieſelbe Vermehrung der Temperatur das Volumen von 100 Kubikzollen Waſſer in 104,5 Kubikzoll verwandelt: und 100 Kubikzoll Eiſen, die von 32° bis zu 212° erhitzt werden, nach dieſer Veränderung ein Volumen einnehmen, das kaum 100,1 Kubikzoll beträgt. Hieraus ſieht man, daß die Ausdehnung der Luft die des Waſſers mehr als achtmal, und die Ausdehnung des Waſſers die des Eiſens 45mal übertrifft.

Ausdehnung der Gasarten.

Da eine genaue Kenntniß der Ausdehnung, welche die gasförmigen Körper erleiden, bei chemiſchen Unterſuchungen häufig von großer Wichtigkeit iſt, ſo hat man mehrere Verſuche angeſtellt, um dieſelbe auszumitteln; allein erſt ſeit kurzem iſt dieſes Problem gelöſt worden. Die Reſultate der Naturforſcher waren ſo mannigfaltig und widerſprechend, daß es unmöglich war, eine beſtimmte Meinung über dieſen Gegenſtand zu faſſen. Dieß rührte davon her, daß man nicht ſorgfältig genug das Waſſer von den Gefäßen, in welchen man die Ausdehnung der Gasarten meſſen wollte, entfernte. Die angewandte Wärme verwandelte einen Theil dieſes Waſſers in Waſſerdampf, dieſer verband ſich mit dem Gaſe, und verhinderte die wirklichen Veränderungen des Volumens, welche bei letzterem ſtatt fanden, mit Genauigkeit zu beſtimmen. Von dieſem Umſtande rührt der Unterſchied in den Beſtimmungen von Deluc, General Roy, Sauſſure, Divernois u. ſ. w. her. Glücklicher Weiſe hat dieſes Problem kürzlich die Aufmerkſamkeit zweier ſehr ſcharfſinnigen und genauen Naturforſcher auf ſich gezogen, und ihre Verſuche, die mit der erforderlichen Vorſicht

angeſtellt worden ſind, haben dieſes Problem gelöſt. Die Verſuche von Dalton aus Mancheſter wurden in der naturforſchenden Geſellſchaft zu Mancheſter im Oktober 1801 vorgeleſen und im Jahre 1802 bekannt gemacht *). Dalton gebührt demnach die Ehre der Entdeckung des Geſetzes, welchem die gasförmigen Körper bei ihrer Ausdehnung folgen; denn Gay Luſſac machte ſeine Abhandlung über die Ausdehnung der Gasarten mehr als ſechs Monate ſpäter bekannt**). Dalton's Verſuche ſind wegen der Einfachheit des Apparats äußerſt ſchätzbar, indem andere Naturforſcher dadurch in Stand geſetzt werden, ſie ohne Schwierigkeit wiederholen zu können. Sein Apparat beſteht aus einer an dem einen Ende offenen Glasröhre, die in gleiche Theile getheilt worden iſt; in dieſe wird, nachdem ſie mit Queckſilber gefüllt worden, die zu unterſuchende Gasart, die gehörig getrocknet worden, hineingelaſſen, doch ſo, daß die Queckſilberſäule noch einen beträchtlichen Theil der Röhre einnimmt; man erwärmt hierauf die Luft, und ſchätzt die Ausdehnung derſelben nach der Menge Queckſilber, welche aus der Röhre herausgedrängt worden iſt. Der Verſuch von Gay Luſſac iſt zuſammengeſetzter, allein nicht weniger genau; und da er ſeine Verſuche mit größeren Maſſen Luft angeſtellt hat, ſo trägt die Uebereinſtimmung ſeiner Reſultate mit denen, welche Dalton erhalten hat, ſehr viel dazu bei, Vertrauen in die Genauigkeit des letzteren zu ſetzen.

Iſt bei allen dieſelbe. Es folgt aus den Verſuchen dieſer Naturforſcher, daß alle gasförmigen Subſtanzen ohne Aus-

---

*) Manchester Mem. V, 595.

**) Ann. de Chim. XLIII, 137.

nahme, vorausgeſetzt, daß ſie ſich unter denſelben Umſtänden befinden, bei dem Zuſatze derſelben Menge von Wärmeſtoff, dieſelbe Ausdehnung erleiden. Es iſt daher hinreichend, daß man das Geſetz, nach welchem ſich eine gasförmige Subſtanz ausdehnt, kenne, um genau die Ausdehnung aller beſtimmen zu können. Nun weiß man aus den Verſuchen von Gay Luſac, daß wenn die Temperatur der athmosphäriſchen Luft, von 32° auf 212° gebracht wird, ſie ſich von 100 Theilen zu 137,5 ausdehnt. Der Zuwachs des Volumens iſt mithin bei einer Zunahme der Temperatur von 180°, 37,5. Setzt man das Volumen bei der Temperatur von 32° gleich der Einheit, ſo beträgt die Zunahme des Volumens 0,375 Theile: dieß giebt für einen Grad des Thermometers 0,00208 oder $\frac{1}{480}$ Theile.

Dalton fand, daß 100 Theile athmosphäriſcher Luft die von 55° bis auf 212° erhitzt wurden, ein Volumen von 132,5 Theilen einnahmen: dieß giebt eine Ausdehnung der Luft von 0,00207 oder $\frac{1}{481}$ Theile, für 1° des Thermometers. Dieſes unterſcheidet ſich ſo äußerſt wenig von Luſſac's Beſtimmungen, als man irgend bei Verſuchen von ſolcher Feinheit hoffen darf.

Und beinahe gleichförmig. Aus Dalton's Verſuchen ergiebt ſich, daß die Ausdehnung der Luft beinahe gleichförmig ſey; das will ſo viel ſagen, daß bei noch ſo verſchiedenen Temperaturen bei demſelben Zuſatze von Wärmeſtoff dieſelbe Vermehrung des Volumens ſtatt findet. Es iſt zwar wahr, daß die Ausdehnung in dem Verhältniſſe, wie die Temperaturen wachſen, ſich zu vermindern ſcheint. So war die Ausdehnung bei der Zunahme der Temperatur vor 55° bis 130½°, oder für die erſten 77½°, 167 Theile; während die Ausdeh-

nung beim Wachſen der Temperatur von $133\frac{1}{2}°$ bis $212°$, oder für die folgenden $77\frac{1}{2}°$ nur 158 Theile, mithin 9 Theile weniger, als bei der erſten betrug. Aller Wahrſcheinlichkeit nach, iſt aber dieſer Unterſchied nur ſcheinbar, denn Deluc hat gezeigt, daß das Thermometer kein ganz ſicherer Maaßſtab für die Zunahme der Wärme ſey.

Aus Gay Luſac's Verſuchen folgt, daß die Dämpfe des Waſſers, ſo wie die des Aethers dieſelbe Ausdehnung, wie die Luft, erleiden, wenn ihre Temperatur um gleich viel Grade erhöht wird. Man kann demnach ſchließen, daß ſich alle elaſtiſchen Flüſſigkeiten auf eine gleiche Art und gleichförmig durch die Hitze ausdehnen. Nachſtehende Tabelle giebt uns das Volumen einer beſtimmten Menge Luft für alle Temperaturen von $32°$ bis $212°$.

Ausdehnung der Luft.

Temperatur.	Volumen.	Temperatur.	Volumen.	Temperatur.	Volumen.
32°	100000	59°	105616	86°	111232
33	100208	60	105824	87	111440
34	100416	61	106032	88	111648
35	100624	62	106240	89	111856
36	100832	63	106448	90	112064
37	101040	64	106656	91	112272
38	101248	65	106864	92	112486
39	101456	66	107070	93	112688
40	101664	67	107280	94	112896
41	101872	68	107488	95	113104
42	102080	69	107696	96	113312
43	102288	70	107904	97	113520
44	102496	71	108112	98	113728
45	102764	72	108320	99	113936
46	102912	73	108528	100	114144
47	103120	74	108736	110	116224
48	103328	75	108944	120	118304
49	103536	76	109152	130	120384
50	103744	77	109360	140	122464
51	103952	78	109568	150	144544
52	104160	79	109776	160	126624
53	104268	80	109984	170	128704
54	104576	81	110192	180	130784
55	104784	82	110400	190	132864
56	104992	83	110608	200	134944
57	105220	84	110816	210	137024
58	105408	85	111024	212	137440

Ausdehnung der tropfbarflüſſigen Subſtanzen.

3. Die Ausdehnung der tropfbarflüſſigen Subſtanzen unterſcheidet ſich von der der elaſtiſchen, nicht allein in der Quantität, ſondern auch durch den Mangel an Gleichförmigkeit, mit der ſie ſich, wenn gleich große Zuſätze zu der Temperatur einer jeden gemacht

Iſt nicht gleichförmig. macht werden, ausdehnen. Dieſer Unterſchied ſcheint von der Beſtändigkeit, oder Flüchtigkeit der Beſtandtheile des flüſſigen Körpers herzurühren; denn im allgemeinen dehnen ſich diejenigen tropfbaren Flüſſigkeiten bei einem beſtimmten Zuſatze von Wärme am meiſten aus, deren Siedpunkt bei den niedrigſten Temperaturen ſtatt findet, oder die einen Beſtandtheil enthalten, der leicht den gasförmigen Zuſtand annimmt. So dehnt ſich das Queckſilber, wenn es bis zu einer gewiſſen Temperatur erhitzt worden, weit weniger aus als Waſſer, welches bei einem weit niederen Wärmegrade, als das Queckſilber, kocht; auf der andern Seite wird der Alkohol weit ſtärker ausgedehnt, als Waſſer, weil er bei einer ungleich niederen Temperatur ſiedet. Eben ſo, wird die Salpeterſäure weit ſtärker ausgedehnt, als Schwefelſäure, und zwar aus dem doppelten Grunde, weil einmal der Siedpunkt niedriger iſt, dann, weil ein Beſtandtheil derſelben das Beſtreben hat, einen gasförmigen Zuſtand anzunehmen. Dieſes Geſetz findet wenigſtens bei allen tropfbaren Flüſſigkeiten ſtatt, deren Ausdehnung ich bis jetzt unterſucht habe. Man kann es daher als eine ziemlich allgemeine Thatſache anſehen, daß, je höher die Temperatur iſt, bei welcher eine Flüſſigkeit anfängt zu kochen, um ſo geringer die Ausdehnung ſey, welche durch den Zuſatz irgend eines Wärmegrades hervorgebracht wird, oder mit anderen Worten, die Ausdehnbarkeit der tropfbaren Flüſſigkeiten verhält ſich beinahe umgekehrt wie die Temperaturen, bei welchen ſie ſieden *).

---

*) Dalton hat kürzlich es wahrſcheinlich zu machen geſucht, daß die Ausdehnung aller Flüſſigkeiten, von ihrem Gefrierpunkte,

Nimmt mit der Temperatur zu.

4. Ein anderer Umſtand, welcher die Ausdehnung der tropfbaren Flüſſigkeiten betrifft, verdient vorzügliche Aufmerkſamkeit. Die Ausdehnſamkeit einer jeden ſcheint mit Erhöhung der Temperatur zu wachſen, oder mit anderen Worten, jemehr die Temperatur einer Flüſſigkeit ſich derjenigen nähert, bei welcher ſie ſiedet, um ſo größer iſt die Ausdehnung, welche durch den Zuſatz eines neuen Grades der Wärme hervorgebracht wird. Daher ereignet es ſich, daß die Ausdehnung derjenigen Flüſſigkeiten, die bei einer ſehr hohen Temperatur anfangen zu kochen, ſich der Gleichförmigkeit am meiſten nähert; oder um es beſtimmter auszudrücken, das Verhältniß der Ausdehnſamkeit wächſt um ſo langſamer, je höher die Temperatur iſt, bei welcher die Flüſſigkeiten ſieden *).

Hängt nicht mit der Dichte derſelben zuſammen.

5. Dieſe Bemerkungen zeigen zur Genüge, daß die Ausdehnung der tropfbaren Flüſſigkeiten unabhängig von ihrer Dichte ſey. Sie hängt von der Menge Wärmeſtoff ab, die erfordert wird, um ſie zum Sieden zu bringen, und in elaſtiſche Flüſſigkeiten zu verwandeln. Dafür ſind wir aber nicht vermögend, einen befriedigenden Grund anzugeben, warum verſchiedene Flüſ-

---

bis zu ihrem Siedpunkte dieſelbe beſtändige Größe ſey. Ich fand dieſen Umſtand in einer Reihe von Verſuchen, welche ich kürzlich über die Ausdehnung der Flüſſigkeiten angeſtellt habe, keinesweges beſtätigt. Könnte Dalton's Meinung erwieſen werden, ſo würden unſere Begriffe über die Ausdehnung der Wärme dadurch ſehr vereinfacht werden.

*) Dieſes Faktum, welches bei allen Flüſſigkeiten, die ich unterſucht habe, ſtatt findet, ſtimmt ſehr gut mit Dalton's Meinung, die ſo eben angeführt worden.

ſigkeiten verſchiedene Temperaturen erfordern, ehe der Zuſtand des Siedens bei ihnen eintritt.

6. Folgende Tabelle giebt dem Leſer einen beſtimmten Begriff von dem Verhältniſſe der Ausdehnung derjenigen Flüſſigkeiten, die bisher in dieſer Rückſicht von den Naturforſchern unterſucht worden ſind.

Temperatur.	Queckſilber.	Leinöl.	Schwefelſäure.	Salpeterſäure.	Waſſer.	Terpentinöl.	Alkohol.
32°	100000	100000	—	—	—	—	100000
40	100081	—	99752	99514	—	—	100539
50	100183	—	100000	100000	100023	100000	101105
60	100304	—	100279	100468	100091	100460	101688
70	100406	—	100558	100990	100197	100993	102281
80	100508	—	100806	101530	100332	101471	102890
90	100610	—	101054	102088	100694	101931	103517
100	100712	102760	101317	102620	100908	102446	104162
110	100813	—	101540	103196	—	102943	—
120	100915	—	101834	103776	101404	103421	—
130	201017	—	102097	104352	—	103954	—
140	101119	—	102320	105132	—	104573	—
150	101220	—	102614	—	102017	—	—
160	101322	—	102893	—	—	—	—
170	101424	—	103116	—	—	—	—
180	101526	—	103339	—	—	—	—
190	101628	—	103587	—	103617	—	—
200	101730	—	103911	—	—	—	—
212	101835	107250	—	—	104577	—	—

Bemerkungen zu bevorſtehender Tabelle.

1. Die in der Columme, welche die Ueberſchrift Queckſilber führt, enthaltenen Zahlen, können nicht als völlig erſchöpfend, ſondern nur als annähernd betrachtet werden. Deluc hat gezeigt, daß die Ausdehnung des Queckſilbers

von 32° bis 122° ſich zu der von 122° bis zu der Temperatur des kochenden Waſſers, wie 14 zu 15 verhält.

2. Die Ausdehnung des Leinöls iſt von Newton beſtimmt worden.

3. Die Ausdehnung der Schwefelſäure, Salpeterſäure und des Terpentinöls iſt durch meine Verſuche beſtimmt worden. Ich bediente mich hierzu Thermometer, die mit dieſen Flüſſigkeiten gefüllt waren, und bemerkte die Grade bei welcher die Flüſſigkeiten in ihnen bei den verſchiedenen, angegebenen Temperaturen ſtanden. Hierauf ſuchte ich das Gewicht der Flüſſigkeit, das dem Cylinder welcher einen Grad der Thermometerröhre einnahm, gleich war, und alsdann das Gewicht der ganzen Flüſſigkeit, deren Ausdehnung gefunden werden ſollte. Aus dieſen Datis ließ ſich das Verhältniß der Ausdehnung leicht finden. Die Grade wurden correſpondirend nach einem guten Queckſilberthermometer beſtimmt. Da aber die Ausdehnung des Queckſilbers nicht gleichförmig iſt, ſo iſt es einleuchtend, daß die Zahlen im Verhältniſſe wie die Temperaturen wachſen, nach und nach an Genauigkeit abnehmen. Dieß veranlaßte mich, die höheren Stellen der Thermometerſkale gänzlich auszulaſſen.

4. Die Ausdehnung des Waſſers und Alkohols haben Blagden und Gilpin beſtimmt. Bei meinen Verſuchen fand ich die Ausdehnung beider weit geringer. Nachſtehende Tafel enthält die Ausdehnung des Waſſers.

Temperatur.	Ausdehnung.	Temperatur.	Ausdehnung.
42,5°	100000	112,5°	100777
52,5	100030	122,5	101006
62,5	100106	132,5	101220
72,5	100182	142,5	101495
82,5	100273	152,5	101755
92,5	100471	162,5	102040
102,5	100624	172,5	102260

Deluc, der Waſſer, deſſen Temperatur 32° war, mit kochendem Waſſer zu gleichen Theilen vermiſchte, fand dadurch die mittlere Temperatur zwiſchen Waſſer, das bis zum Siedpunkte erhitzt, und bis zum Gefrierpunkte erkältet war. Denkt man ſich die ganze Ausdehnung von der Temperatur des gefrierenden zu der des kochenden Waſſers in 80 Theile eingetheilt, ſo wurde die Ausdehnung von 32° bis zu der mittleren Temperatur (die, wenn die Ausdehnung des Queckſilbers gleichförmig wäre, 122° ſeyn würde) und von dieſer Temperatur, zu der des kochenden Waſſers, in verſchiedenen Flüſſigkeiten folgendermaßen gefunden.

	Von 32° zur mittler. Temperatur	Von der mittleren Temperatur zu der des kochenden Waſſers.	Verhältniſſe.
Queckſilber	38,6	41,4	14 : 15
Baum= und Leinöl . .	37,8	42,2	13,4 : 15
Chamillenöl	37,2	42,8	13 : 15
Mit Kochſalz geſättigtes Waſſer . . .	34,9	45,1	11,6 : 15
Rektificirter Weingeiſt .	33,7	46,3	10,9 : 15
Waſſer	19,2	60,8	4,7 : 15

(Ende der Bemerkungen.)

Ausdehnung feſter Körper.

7. Die Ausdehnung feſter Körper iſt ſo unbeträchtlich, daß man eines Mikrometers bedarf, um die Zunahme des Volumens zu bemerken. Soweit die Erfahrungen reichen, iſt die Ausdehnung derſelben gleichförmig, wenigſtens iſt die Abweichung von der völligen Gleichförmigkeit nicht merklich. Folgende Tabelle enthält die Ausdehnung der meiſten feſten Körper, mit denen man bisher in dieſer Rückſicht Verſuche angeſtellt hat: die Mehrzahl rührt von Smeaton her.

Temperatur.	Platin *).	Antimonium.	Stahl.	Eiſen.	Gußeiſen.	Wismuth.
32°	120000	120000	120000	120000	120000	120000
212	120104	120130	120147	120151		120167
Weißglühhitze **).			123428	121500	122571	

	Kupfer.	Gußmeſſing.	Meſſingdrath.	Zinn.	Blei.	Zink.
32°	120000	120000	120000	120000	120000	120000
212	120204	120225	120232	120298	120344	120355

	Gehämmerter Zink.	Zink 8 Zinn 1	Blei 2 Zinn 1	Meſſing 2 Zink 1	Probezinn.	Kupf. 3. Zinn 1 †
32°	120000	120000	120000	120000	120000	120000
212	120373	120323	120301	120274	120274	120218

*) Borda. **) Rinmann.

†) Das Metall, deſſen Ausdehnung hier angegeben wird, war eine Miſchung, die aus 3 Theilen Kupfer und 1 Theile Zinn beſtand. Die kleinen Zahlen in einigen der vorhergehenden Columnen ſind auf dieſelbe Art zu verſtehen: ſo war z. B. dasjenige Metall, von welchem in der zweiten Columne vor der letzten die Rede iſt, ein Metallgemiſch aus 2 Theilen Meſſing und 1 Theile Zink.

Ausdehnung des Glaſes. Die Ausdehnung des Glaſes iſt ein ſehr wichtiger Umſtand, indem dieſelbe auf die Reſultate der meiſten Verſuche über Temperatur Einfluß hat. Deluc hat dieſen Gegenſtand mit vieler Genauigkeit unterſucht. Nachſtehende Tabelle enthält das Verhältniß dieſer Ausdehnung, wie es durch dieſen Naturforſcher beſtimmt worden iſt.

Temp.	Volum.	Temp.	Volum.	Temp.	Volum.
32°	100000	100°	100023	167°	100056
50	100006	120	100033	190	100069
70	100014	150	100044	212	400083

Man erſieht aus dieſer Tabelle, daß, wenn das Glas um 1° erhitzt wird, es eine Ausdehnung erleidet, die ungefähr $\frac{1}{100000}$ von dem ganzen Volumen beträgt *).

8. Die Eigenſchaft, welche die Körper beſitzen, ſich, wenn ſie erwärmt werden, auszudehnen, hat die Erfindung eines Werkzeuges um die relative Temperatur der Körper zu messen, veranlaßt. Dieſes Werkzeug iſt das Thermometer. Es beſteht aus einer hohlen Glasröhre, die an dem einen Ende hermetiſch verſchloſſen iſt, an dem anderen ſich in eine hohle Kugel, oder einen weiten Behälter endigt. Die Kugel und ein Theil der Röhre werden mit Queckſilber angefüllt. Wird die Kugel einem heißen

Beſchaffenheit des Thermometers.

*) Unter der Vorausſetzung, daß die Metalle ſich gleichförmig ausdehnen, iſt die Ausdehnung einer Maſſe Metall, die durch eine beſtimmte Anzahl Grade erhitzt worden, folgende. Es ſey a = der Ausdehnung einer Maſſe in die Länge für 1°, dieſes muß durch Verſuche gefunden werden; b = die Zahl von Graden, für welche man die Ausdehnung ſucht; s gleich dem kubiſchen Inhalte der metalliſchen Maſſe; x = der geſuchten Ausdehnung, ſo iſt x = 3 bas.

Körper genähert, ſo dehnt ſich das Queckſilber aus, und ſteigt mithin in der Röhre; bringt man es hingegen mit einem kalten Körper in Berührung, ſo zieht ſich das Queckſilber zuſammen, und fällt demnach in der Röhre. Das Steigen des Queckſilbers zeigt eine Zunahme, ſein Fallen eine Verminderung der Temperatur an, und die Größe, um die es ſteigt oder fällt, giebt das Verhältniß der Zunahme oder Verminderung zu erkennen. Um die Beobachtung zu erleichtern, iſt die Röhre in eine Anzahl gleicher Theile eingetheilt worden, die man Grade nennt.

Das Thermometer, dem wir den größten Theil der Kenntniſſe, die wir vom Wärmeſtoffe haben, verdanken, wurde zu Anfang des 17ten Jahrhunderts erfunden. Nach einigen ſoll Sanctorio, der berühmte Gründer der ſtatiſchen Arzneikunde, die erſte Idee davon gehabt haben. Das erſte ſehr unvollkommne Thermometer wurde durch die Florentiner Akademiſten und durch Boyle verbeſſert, allein Iſaac Newton machte es dadurch erſt wirklich nützlich, daß er eine Methode angab, Thermometer zu verfertigen, deren Gang mit einander verglichen werden konnte.

Lert es einzutheilen.

Taucht man ein Thermometer auch noch ſo oft in ſchmelzenden Schnee, ſo wird es doch ſtets auf demſelben Punkte ſtehen. Hieraus ſieht man, daß der Schnee ſtets bei derſelben Temperatur ſchmilzt. Hooke machte gleichfalls die Bemerkung, daß, wenn ein Thermometer in kochendes Waſſer getaucht wird, es, wofern nur der Druck der Athmosphäre derſelbe iſt, zu jeder Zeit ſtets denſelben Punkt anzeige, folglich kocht das Waſſer (wofern alle übrigen Umſtände dieſelben ſind) ſtets bei derſelben Temperatur. Wenn man daher ein Thermo=

meter in ſchmelzenden Schnee ſenkt, und die Stelle bemerkt, bei welcher das Queckſilber in der Röhre ſteht, es hierauf mit der nöthigen Vorſicht in kochendes Waſſer taucht, und jetzt wieder die Stelle bemerkt, bis zu welcher ſich das Queckſilber erhoben hat, alsdann den Abſtand dieſer beiden feſten Punkte in eine beliebige Anzahl gleicher Theile theilt, ſo wird jedes Thermometer, welches auf dieſe Art bereitet iſt, und das man auf eine gleiche Art eingetheilt hat, denſelben Grad, wie das erſte zeigen, ſobald beide einem Körper von derſelben Temperatur genähert werden. Alle ſolche Thermometer laſſen ſich demnach unter einander vergleichen, und die Eintheilung läßt ſich beliebig über den Siedpunkt, und unter den Gefrierpunkt fortſetzen.

Newton gab zuerſt das Verfahren an, vergleichbare Thermometer zu verfertigen *), allein der praktiſche Theil dieſer Kunſt wurde ausnehmend durch Fahrenheit und Dr. Martine von St. Andrew's **) vereinfacht. Das Queckſilber iſt diejenige Flüſſigkeit, welche vorzüglich zu Thermometern geſchickt iſt, weil die Ausdehnung deſſelben ziemlich gleichförmig iſt, welches von dem großen Abſtande zwiſchen dem Gefrier- und dem Siedpunkte deſſelben herrührt. Es giebt jetzt vier verſchiedene Arten von Thermometern, die ſich von einander durch die Anzahl von Graden, in welche der Abſtand zwiſchen dem Gefrier- und dem Siedpunkte eingetheilt worden iſt, unterſcheiden. Sie ſind die Thermometer von Fahrenheit, Celſius, Reaumur und De l'Isle.

---

*) Phil. Trans. Abr. IV, 1.

**) On the Constructionand Graduction of Thermometer.

Verſchiedene Arten der gebräuchlichen Thermometer.

Nach dem Fahrenheitſchen Thermometer werden die Temperaturen in England angegeben. Bei dieſem Thermometer theilt man den Abſtand zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte in 180 gleiche Theile. Allein die Skale fängt bei derjenigen Temperatur an, welche eine Miſchung aus Schnee und Kochſalz hat. Dieſe Temperatur iſt 32° niedriger, als der natürliche Gefrierpunkt, mithin ſteht bei letzterem 32°, und bei dem Siedpunkte 212° *).

Das Thermometer von Celſius wird in Schweden gebraucht. Man hat ſich deſſelben ſeit der Revolution auch in Frankreich unter dem Namen des hunderttheiligen Thermometers (thermometre centigrade) bedient. Bei dieſem theilt man den Zwiſchenraum zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte in 100 gleiche Theile; ſetzt bei dem Gefrierpunkte 0 und bei dem Siedepunkte 100° **).

Das Thermometer, welches das Reaumürſche genannt wird, (das aber ſeine jetzige Einrichtung eigentlich von Deluc erhalten hat) wurde vor der Revolution in Frankreich, und wird noch jetzt in Italien und Spanien gebraucht, bei ihm wird der Abſtand zwiſchen dem Gefrier- und dem Siedepunkte

---

*) Dieß iſt dasjenige Thermometer, nach dem durchgängig in dieſem Werke die Temperaturen angegeben worden, es ſey denn, daß ein anderes ausdrücklich genannt worden iſt.

**) Folglich verhalten ſich die Grade von Fahrenheit zu denen des Celſius wie 180 : 100 = 18 : 10 = 9 : 5. D. h. 9° Fahr. ſind gleich 5° von Celſius. Will man daher die Grade des Celſius auf Fahrenheitſche zurückbringen, ſo hat man $F = \frac{9C}{5} + 32$.

in 80° eingetheilt; beim Gefrierpunkte ſteht 0, bei dem Siedepunkte 80° *)

De Lisle's Thermometer iſt das in Rußland übliche, der Abſtand zwiſchen dem Gefrier- und Siedepunkte deſſelben wird in 150° eingetheilt. Allein die Eintheilung fängt beim Siedpunkte an, und die Grade werden gegen den Gefrierpunkt hin, fortgezählt; beim Siedpunkte ſteht 0; beim Gefrierpunkte ſtehen 150° **).

Mißt nicht die Zunahme der Wärme.

9. Bei den Verſuchen mit dem Thermometer darf man nicht außer Acht laſſen, daß, wenn es auf die gewöhnliche Art eingetheilt iſt, es kein genaues Maaß für die Zunahme der Wärme abgiebt. Denn da die Ausdehnung des Queckſilbers für jeden Grad der Temperatur, mit der Temperatur zunimmt, ſo iſt es einleuchtend, daß, wenn nicht dieſe Zunahme in Anſchlag gebracht wird, der von dem Thermometer angegebene Grad, nicht die wirkliche Anzahl Grade Wärme, die zu dem Körper hinzugekommen, oder ihm entzogen ſind, ſondern eine andere Zahl angeben werden, die ſich immer mehr von der wahren entfernt, je höher die angegebene Temperatur iſt. Denkt man ſich z. B. die mittlere Temperatur zwiſchen der des ſiedenden und

*) Mithin ſind 180 F = 80 R, oder 18 F = 8 R, oder 9 F = 4 R, folglich $F = \frac{9R}{4} + 32$.

**) Es ſind demnach 180 F = 150 D, oder 6 F = 5 D. Um die De Lilsſchen Thermometergrade unter dem Siedpunkte auf Fahrenheitſche zurück zu führen, hat man $F = 212 - \frac{6D}{5}$; um die über dem Siedpunkte zu reduciren, findet man $F = 212 + \frac{6D}{5}$.

gefrierenden Waſſers mit 122° bezeichnet, ſo wird, wenn die Skale aufwärts verlängert wird, der Siedpunkt nicht 212° ſeyn, welches der Fall ſeyn müßte, wenn die Skale gleichförmig wäre, ſondern 218,4° ſeyn. Auf der anderen Seite, wenn der Gefrier- und Siedpunkt auf die gewöhnliche Art beſtimmt, und mit 212° und 32° bezeichnet wird, ſo wird die mittlere Temperatur zwiſchen ihnen nicht 122°, ſondern 118,8° ſeyn.

Ausnahmen in Anſehung der Ausdehnung.

10 Da bisher die Geſetze und Erſcheinungen der Ausdehnung, ſo weit ſie bekannt ſind, vorgetragen worden ſind, ſo muß auch etwas von den Ausnahmen dieſer allgemeinen Wirkung der Wärme, oder von den Fällen geſagt werden, in welchen die Ausdehnung nicht durch eine Vermehrung, ſondern durch eine Verminderung der Temperatur hervorgebracht wird.

Sind von zweierlei Art.

Die erſte Klaſſe begreift einige flüſſige Subſtanzen unter ſich, die bei einer beſtimmten Temperatur ein Maximum der Dichte haben, und die, wenn ſie über dieſelbe erhitzt oder erkaltet werden, in beiden Fällen eine Ausdehnung oder Vergrößerung des Volumens erfahren. Die zweite Klaſſe enthält diejenigen Flüſſigkeiten, die, wenn ſie bis auf einen gewiſſen Grad erkaltet werden, ſchnell feſt werden, und bei welchen dieſes Feſtwerden mit einer Zunahme des Volumens vergeſellſchaftet iſt.

Das Waſſer dehnt ſich, wenn es bis zu der Temperatur von 42,5° erkältet wird, aus.

11. Das Waſſer iſt das merkwürdigſte Beiſpiel eines Körpers der erſten Klaſſe. Sein Maximum der Dichte fällt, wie kürzlich durch Dalton gezeigt worden iſt, mit 42,5° des Fahrenheitſchen Thermometers *) zuſammen.

*) Manchester Mem. V, 374. Das Faktum, daß das Waſſer aufhöre, bei einer gewiſſen Temperatur durch die Kälte ver-

Wird es unter 42,5° erkältet, ſo erleidet es für jeden Grad der Temperatur, den es verliert, eine Ausdehnung; und bei der Temperatur von 32°, beträgt nach Dalton die Ausdehnung $\frac{1}{160}$ der ganzeu Ausdehnung, welche beim Waſſer ſtatt findet, wenn es von 42,5° bis zu 212° erhitzt wird *).

Hiermit ſtimmen meine Verſuche ziemlich genau, denn da ich 100000 Theile Waſſer dem Volumen nach, von 42,5° bis zu 32° erkältete, ſo nahmen ſie 100031 Theile ein. Dem Scharfſinne von Dalton verdanken wir die Entdeckung der ſehr überraſchenden Thatſache, daß die Ausdehnung des Waſſers bei derſelben Anzahl von Graden über und unter dem Maximum von Dichte dieſelbe ſey. Erhitzt man z. B. Waſſer 10° über 42,5°, ſo nimmt es genau denſelben Raum ein, als wenn es 10° unter 42,5° erkaltet wird. Demnach iſt die Dichte des Waſſers bei 32° und 53° genau dieſelbe. Es gelang Dalton, das Waſſer bis auf 5° abzukühlen, ohne daß es gefror, mithin 37,5° unter diejenige Temperatur, bei welcher das Maximum ſeiner Dichte ſtatt findet. Er fand durchgängig das Geſetz beſtätigt, daß jedesmal bei einer gewiſſen Anzahl Grade unter 42,5° das Volumen des Waſſers mit dem übereinſtimmte, welches daſſelbe bei einer Temperatur, die eben ſo viele Grade über 42,5° betrug,

---

dichtet zu werden, wurde vor langer Zeit von Baumé bemerkt, allein Deluc war der erſte Naturforſcher, welcher genaue und entſcheidende Verſuche über dieſen Gegenſtand anſtellte. Seine Verſuche wurden durch die von Blagden und Gilpin vollkommen beſtätigt. Dieſe gaben die Temperatur von 40° als das Maximum der Dichte des Waſſers an, und man findet wirklich, daß der Unterſchied des Volumens zwiſchen 41° und 44° nur allein durch äußerſt feine Werkzeuge wahrgenommen werden kann.

*) Manchester Mem. V, 374.

hatte. So war das Volumen des Waſſers bei 5° genau daſſelbe, wie bei 80° *). Die Skale, die demnach für die Ausdehnung des. Waſſers, wenn es erwärmt wird, gegeben worden iſt, dient, wenn die Tafel bei 42,5° anfängt, auch für die Ausdehnung deſſelben, wenn es erkaltet wird. Dieſes iſt der Fall in der Tabelle für die Ausdehnung des Waſſers, die ich oben nach meinen Verſuchen angegeben habe.

Aus dieſer Tabelle erſieht man, daß die Ausdehnung des Waſſers, wenn ſein urſprüngliches Volumen gleich 10000 geſetzt wird, beinahe ziemlich genau durch folgende Zahlen ausgedrückt werden kann:

Temperatur.	Ausdehnung.
82°,5	6^2
102°,5	8^2
122°,5	10^2
142°,5	12^2
162°,5	14^2

Die größte Abweichung von dieſen Zahlen findet zu Anfang dieſer Skale ſtatt: dieſes rührt davon her, weil bei dieſen Temperaturen die Ausdehnung äußerſt gering iſt, mithin äußerſt ſchwer mit Genauigkeit gemeſſen werden kann. Wir kommen dadurch zu dem merkwürdigen Reſultate, daß die Quadrate der natürlichen Zahlenreihe, die mit 6 anfängt, die Zunahme des Volumens ausdrücken, welche 10000 Theile Waſſer für jede 10°, die ſie über 82,5° erhitzt, oder unter 12,5° erkaltet werden, erleiden **). Dieſes Geſetz wird

*) Manchester Mem. V, 375.

**) Einige ſpätere Verſuche, die ich noch mit größerer Sorgfalt angeſtellt habe, geben mir die Ausdehnung des Waſſers etwas größer an, als in der Tabelle, allein das Verhältniß iſt ſtets daſ-

dem Leſer einen weit richtigeren Begriff von dem Verhältniſſe, nach welchemſich das Waſſer ausdehnt, wenn es erhitzt, oder erkaltet wird, geben, als die bloße Anſicht der Tafel geliefert haben würde.

Ich verſuchte eine beträchtliche Anzahl Flüſſigkeiten um zu erforſchen, ob es einige unter ihnen gäbe, die wie das Waſſer eine Temperatur hätten, bei welcher die Dichte derſelben ein Maximum wäre, und die ſich ausdehnen, wenn ſie unter dieſe Temperatur erkaltet werden. Weder die Schwefelſäure, noch die öhlichten Subſtanzen haben einen ſolchen Punkt. Es ſchien mir aber, als wenn einige Auflöſungen der ſalzigen Waſſer ſich anfingen auszudehnen, ehe ſie feſt werden. Allein dieſe Auflöſungen kryſtalliſiren ſo ſchnell, wenn ſie bis auf einen gewiſſen Grad erkaltet werden, daß die Frage: ob ſie ſich wirklich ausdehnen, ehe ſie kryſtalliſiren, ſehr ſchwer beantwortet werden kann.

Manche Flüſſigkeiten dehnen ſich beim Kryſtalliſiren aus.

11. Die Klaſſe derjenigen Naturkörper, welche ſich ausdehnen, indem ſie aus dem Zuſtande einer tropfbaren Flüſſigkeit durch Verminde-

---

ſelbe. Wenn man die Zahlen 6^2, 7^2, 8^2, 9^2 u. ſ. w., welche die Ausdehnung ausdrücken, auf eine grade Linie aufträgt, und aus den Punkten 6^2, 7^2, 8^2, 9^2 u. ſ. w. ſenkrechte Ordinaten errichtet, deren Längen ſich zu einander verhalten, wie die Anzahl der Grade der Temperatur (von 42,5° an gerechnet) welche mit der jedesmaligen Ausdehnung zuſammengehören; und dann durch die Enden dieſer Ordinaten eine krumme Linie zieht, ſo iſt es einleuchtend, daß dieſelbe eine gewöhnliche Parabel ſeyn werde. Der Scheitel derſelben iſt bei der Temperatur 42,5°, wo die Ausdehnung 0 iſt, und ihre Schenkel dehnen ſich auf beiden Seiten der Achſe dem gemäß aus, wie die Temperaturen poſitiv und negativ ſind. Dieſes wird jedermann durch den bloßen Anblick von Fig. 10. deutlich werden.

rung der Temperatur, in den Zuſtand eines feſten Körpers übergehen, iſt äußerſt zahlreich. Das Waſſer iſt es nicht allein, das bei ſeiner Umwandlung in Eis eine Ausdehnung erleidet, ſondern es iſt dieß der Fall bei allen Körpern, die beim Erkalten eine Kryſtallengeſtalt annehmen.

Seit langer Zeit war den Naturforſchern die ausnehmende Gewalt bekannt, mit welcher ſich das Waſſer beim Gefrieren ausdehnt. Gläſerne Flaſchen zerſpringen gewöhnlich, wenn in ihnen das Waſſer gefriert. Die Florentiner Akademiſten ſprengten dadurch eine meſſingene Kugel, deren Höhlung 1 Zoll im Durchmeſſer hatte; daß ſie dieſelbe mit Waſſer füllten, und dieſes zum Gefrieren brachten. Muſchenbrök berechnete, daß die hiezu erforderliche Kraft 27720 Pfund betrage. Allein die vollſtändigſte Reihe von Verſuchen über die ausdehnende Kraft des gefrierenden Waſſers hat der Major Williams zu Quebec angeſtellt, und in dem zweiten Bande der Edimburger Tranſaktionen bekannt gemacht. Man hat dieſe Ausdehnung dadurch zu erklären geſucht, daß man ſie als eine Folge des Beſtrebens darſtellte, welches das Waſſer beim Feſtwerden äußert, um ſeine Theilchen in eine beſtimmte Lage zu bringen. Sie nehmen die Geſtalt prismatiſcher Kryſtalle an, die einander unter Winkeln von 60° und 120° durchkreuzen. Die Kraft mit welcher ſie ſich auf dieſe Art ordnen, muß ungeheuer ſeyn, weil dadurch eine geringe Menge Waſſer in Stand geſetzt wird, ſo große Hinderniſſe zu überwinden.

Ich habe verſchiedene Verfahrungsarten verſucht, um das ſpecifiſche Gewicht des Eiſes bei einer Temperatur von 32° zu beſtimmen. Die eine, welche mir am beſten gelang, war folgende. Ich verdünnte Weingeiſt ſo lange mit Waſſer,

bis

bis ein Stück Eis, welches in die Miſchung gebracht wurde, an jedem Orte ſich erhielt, ohne zu ſinken, oder zu ſteigen. Ich fand das ſpecifiſche Gewicht einer ſolchen Flüſſigkeit 0,92, welches mithin das ſpecifiſche Gewicht des Eiſes iſt, unter der Vorausſetzung, daß das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers bei einer Temperatur von 60° gleich 1 geſetzt werde. Dieß iſt eine Ausdehnung, die weit größer iſt, als die, welche das Waſſer erfährt, wenn es bis zu 212° erhitzt wird. Man ſieht hieraus, daß wenn das Waſſer in Eis verwandelt wird, es nicht mehr die gleichförmige Ausdehnung befolge, welche Dalton gemeſſen hat, ſondern daß es unter dieſen Umſtänden ſehr raſch eine beträchtliche Vermehrung ſeines Volumens erfahre.

Eben dieſe Ausdehnung bemerkt man bei der Kryſtalliſation der meiſten Salze, wenigſtens bei allen denen, welche in prismatiſchen Kryſtallen anſchießen. Dieß iſt der Grund, warum gläſerne Gefäße, in welchen die kryſtalliſirbaren Flüſſigkeiten befindlich ſind, gewöhnlich zerſpringen, wenn die Kryſtalle gebildet werden. Mehrere hieher gehörige Verſuche ſind von Vauquelin bekannt gemacht worden *).

Dieſe Ausdehnung der Körper kann nicht als eine Ausnahme des allgemeinen Geſetzes, daß die Körper an Volumen zunehmen, wenn ſie erhitzt werden, angeſehen werden. Denn die Ausdehnung iſt in den angeführten Fällen keine Folge von der Entziehung des Wärmeſtoffes; ſondern von der Veränderung ihres Zuſtandes, daß ſie aus flüſſigen, feſte Körper werden; eine Veränderung,

---

*) Ann. de Chim. XIV, 286.

welche durch eine neue Anordnung der Theile hervorgebracht wird, oder doch mit ihr vergeſellſchaftet iſt.

Einige Körper ziehen ſich beim Gefrieren zuſammen.

12. Man muß übrigens bemerken, daß nicht alle Körper ſich ausdehnen, wenn ſie feſt werden. Es giebt eine beträchtliche Anzahl derſelben, deren Volumen bei dieſer Gelegenheit beträchtlich abnimmt, und bei letzteren wird das Verhältniß der Verminderung des Volumens in den meiſten Fällen durch das Feſtwerden größer. Werden flüſſige Subſtanzen in feſte verwandelt, ſo bilden ſie entweder prismatiſche Kryſtalle, oder ſie bilden eine Maſſe, in der keine regelmäßige Anordnung der Theile wahrgenommen werden kann. Im erſten Falle iſt das Feſtwerden mit Ausdehnung, im zweiten mit Zuſammenziehung vergeſellſchaftet. Waſſer und Salze ſind Beiſpiele des erſten, Wachs und Talg ſind Beiſpiele der letzteren Gattung. Bei den zuletzt genannten Subſtanzen findet das Feſtwerden nicht wie beim Waſſer und bei den Salzen augenblicklich, ſondern langſam und allmählig ſtatt; ſie werden zuerſt dicklich, und zuletzt ganz feſt. Die meiſten Oele nehmen beim Feſtwerden eine kugelförmige Oberfläche an. Daſſelbe ereignet ſich beim Honig und bei einigen Metallen, z. B. beim Queckſilber, das ſich gleichfalls beim Feſtwerden zuſammenzieht.

Aus einer zahlreichen Menge von Verſuchen, welche ich über dieſen Gegenſtand angeſtellt habe, war ich geneigt, die Folgerung zu ziehen, daß ſich alle brennbaren Flüſſigkeiten beim Feſtwerden zuſammenziehen, während die unverbrennlichen ſich ausdehnen; allein es finden mehrere Ausnahmen von dieſer Regel ſtatt. Die Schwefelſäure z. B. dehnt ſich beim Gefrieren nicht beträchtlich aus, auch wird ihr Anſehen nicht im mindeſten verändert. Schwefelſäure, deren ſpecifi-

ſches Gewicht 1,8 kann in Thermometerröhren, ehe ſie gefriert, bis auf —36° erkaltet werden, und während dem ganzen Proceſſe befolgt ſie genau dasjenige Verhältniß, welches in der Tafel der Ausdehnungen angegeben worden. Bei —36°, oder ungefähr bei dieſer Temperatur, gefriert ſie; allein ihr Anſehn iſt ſo wenig verändert, daß ich mich nicht überzeugen konnte, ob die Flüſſigkeit gefroren ſey, bis ich die Röhre zerbrach. Sie war vollkommen feſt, und zeigte keine Spur von Kryſtalliſation. Auf der andern Seite dehnt ſich Gußeiſen, und wahrſcheinlich auch Schwefel, wenn ſie feſt werden, aus.

Zweite Wirkung.

Veränderungen in dem Zuſtande der Körper.

Alle Naturkörper, ſo weit wenigſtens unſere jetzigen Kenntniſſe reichen, kommen in einem oder dem andern der drei folgenden Zuſtände vor: ſie ſind entweder feſte, oder tropfbarflüſſige, oder elaſtiſche Subſtanzen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß in einer ſehr großen Menge von Fällen eine und dieſelbe Subſtanz nach und nach alle dieſe drei verſchiedenen Zuſtände annehmen könne. So iſt der Schwefel gewöhnlich ein feſter Körper; wird er hingegen bis zu einer Temperatur von 212° erhitzt, ſo wird er in eine tropfbare Flüſſigkeit verwandelt; bei einer noch höheren Temperatur (ungefähr bei der Temperatur von 570°) entweicht er als ein elaſtiſcher Dampf von dunkelbrauner Farbe. So iſt das Waſſer in unſerem Klima gewöhnlich ein tropfbarer flüſſiger Körper, wird es aber bis zu 32° erkaltet, ſo verwandelt es ſich in einen feſten Körper, und bei 212° geht es in den Zuſtand einer elaſtiſchen Flüſſigkeit über.

Die Körper verändern ihren Aggregationszuſtand durch die Wärme.

Alle feſten Körper, wenige ausgenommen, laſſen ſich, wenn ſie genugſam erhitzt werden, in tropfbare Flüſſigkeiten verwandeln; auf der andern Seite kann jede tropfbare Flüſſigkeit, Weingeiſt ausgenommen, wofern man ſie einem hinreichenden Grade der Kälte ausſetzt, den Zuſtand eines feſten Körpers annehmen. Durch Erwärmen laſſen ſich alle tropfbar-flüſſigen Subſtanzen in elaſtiſche Flüſſigkeiten verwandeln, und eine große Menge feſter Körper können dieſelbe Veränderung erleiden. Endlich iſt die Anzahl der elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die ſich durch Kälte zu tropfbaren Flüſſigkeiten oder zu feſten Körpern verdichten laſſen, keinesweges unbeträchtlich. Dieſe Thatſachen haben die Naturforſcher vermocht, es als ein allgemeines Geſetz aufzuſtellen: daß alle Körper, wofern man ſie nur gehörig niedrigen Temperaturen ausſetzen kann, den Zuſtand eines feſten Körpers annehmen würden; daß alle feſten Körper, wofern ſie genugſam erhitzt würden, in tropfbarflüſſige, und daß dieſe bei einer noch mehr erhöhten Temperatur, in elaſtiſche Flüſſigkeiten übergehen würden.

Der Zuſtand der Körper hängt demnach von der Temperatur ab, in welche ſie verſetzt werden. Bei den niedrigſten Temperaturen ſind ſie alle feſt; bei den höhern werden ſie in tropfbar flüſſige, und bei den höchſten in elaſtiſch flüſſige Subſtanzen verwandelt. Die beſonderen Temperaturen, bei welchen die Körper dieſe Veränderungen erfahren, ſind ausnehmend verſchieden. Sie ſind aber für denſelben Körper ſtets beſtändig. Wir ſehen hieraus, daß der Wärmeſtoff Veränderungen in dem Zuſtande der Körper hervorbringt, und ſie

alle zuerſt in tropfbar flüſſige, dann in elaſtiſch flüſſige Subſtanzen verwandelt.

Die Umwandlung der feſten Körper in tropfbar flüſſige.

I Werden feſte Körper durch die Wärme in tropfbarflüſſige verwandelt, ſo erfolgt die Veränderung in gewiſſen Fällen auf einmal. Es findet keine Zwiſchenzeit zwiſchen dem Zuſtande des Feſtſeyns und des Flüſſigſeyns ſtatt; in andern Fällen kann man hingegen einen nach und nach erfolgenden Uebergang wahrnehmen; der feſte Körper wird zuerſt weich, geht langſam durch alle Grade der Weichheit hindurch, bis er zuletzt vollkommen flüſſig wird. Die Umwandlung des Eiſes in Waſſer iſt ein Beiſpiel der erſten Art; denn bei dieſer Subſtanz findet kein mittlerer Zuſtand zwiſchen dem der Feſtigkeit und Flüſſigkeit

Erfolgt augenblicklich oder langſam.

ſtatt. Das Schmelzen des Glaſes, Wachſes und Talges ſind Beiſpiele der zweiten Art von Veränderung; denn dieſe Körper gehen durch jeden möglichen Grad der Weiche hindurch, ehe ſie vollkommen flüſſig werden. Im allgemeinen findet bei denjenigen feſten Körpern, welche kryſtalliſiren, oder regelmäßige prismatiſche Figuren bilden, keine Zwiſchenzeit ſtatt, während ſie aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand übergehen; dahingegen diejenigen, welche nicht gewöhnlich dieſe Geſtalten annehmen, die Eigenſchaft beſitzen, nach und auch durch alle Zwiſchenzuſtände hindurchgehen.

Findet bei einer beſtimmten Temperatur ſtatt.

1. Die feſten Körper gehen nie in den Zuſtand flüſſiger Subſtanzen über, als bis ſie auf eine gewiſſe Temperatur erhitzt worden ſind: dieſe Temperatur iſt für jede Art von Körpern beſtimmt. Für die erſte Klaſſe von Körpern läßt ſich dieſelbe ſehr gut angeben; allein ungeachtet ſie für die zweite Klaſſe ebenfalls be=

ſtändig iſt, ſo kann doch darum die beſtimmte Temperatur, bei welcher die derſelben angehörende Körper flüſſig werden, nicht mit ſolcher Genauigkeit angegeben werden, weil ſie durch eine unendliche Menge von Zwiſchengraden der Weiche hindurchgehen, ehe ſie den höchſten Grad der Flüſſigkeit erreichen. Allein auch für dieſe Körper findet man leicht, daß dieſelbe Temperatur, ſtets denſelben Grad der Flüſſigkeit hervorbringt. Die Temperatur, bei welcher dieſer Uebergang aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand ſtatt findet, erhält nach Beſchaffenheit des gewöhnlichen Zuſtandes des ſo veränderten Körpers verſchiedene Namen. Wird der Körper gewöhnlich in einem flüſſigen Zuſtande angetroffen, ſo nennt man die Temperatur, bei welcher er in den Zuſtand eines feſten Körpers übergeht, den Gefrierpunkt deſſelben. So wird die Temperatur, bei welcher Waſſer in Eis verwandelt wird, der Gefrierpunkt des Waſſers genannt. Befindet ſich auf der anderen Seite der Körper gewöhnlich in dem Zuſtande eines feſten Körpers, ſo nennt man die Temperatur, bei welcher er flüſſig wird, ſeinen Schmelzpunkt: ſo iſt die Temperatur von 212° der Schmelzpunkt des Schwefels, und 442° der Schmelzpunkt des Zinnes.

2. Die folgende Tabelle enthält ein Verzeichniß des Schmelzpunktes mehrerer Subſtanzen.

Tabelle des Schmelzpunktes.

Subſtanzen.	Schmelzpunkt.
Blei	504°
Wismuth	576
Zinn	442
Schwefel	212
Wachs	142 *)

*) Gebleichtes Wachs 155°. Nicholſon.

Subſtanzen	Schmelzpunkt
Fettwachs	133°
Phosphor	100
Talg	92
Anisöl	50
Baumöl	36
Eis	32
Milch	30
Weineſſig	28
Blut	25
Bergamottöl . . .	23
Weine	20
Terpentinöl	14
Schwefelſäure . . .	—36
Queckſilber	—39
Tropfbarflüſſiges Ammonium .	—46
Aether	—46
Salpeterſäure . . .	—66

Black's Meinung. 3. Vor Black, der im Jahre 1757 ſeine chemiſchen Vorleſungen in Glasgow anfing, war man allgemein der Meinung, daß, wenn feſte Körper nur erſt bis zum Schmelzpunkte erhoben werden, ſie durch einen geringen Zuſatz von Wärme flüſſig würden, und daß ſie wiederum, ſo wie ihnen ein geringer Antheil von derjenigen Menge Wärmeſtoff, die erforderlich iſt, um ſie bei dieſer Temperatur zu erhalten, entzogen werde, in den Zuſtand feſter Körper zurückkehren. Eine aufmerkſame Beobachtung der beim Flüſſigwerden und Feſtwerden ſtatt findenden Erſcheinungen, überzeugte dieſen Naturforſcher von der Unzuläſſigkeit der herrſchenden Meinung. Er ſtellte eine, andere

auf, welche er durch unmittelbare Verſuche beſtätigte. Einen Abriß dieſer Theorie, mit den ſie unterſtützenden Beweiſen, legte er am 23ſten April 1762 der litterariſchen Geſellſchaft zu Glasgow vor, und jedes Jahr nachher, ſetzte er dieſelbe in ſeinen Vorleſungen weitläuftig auseinander.

Daß die Flüſſigkeit durch verborgene Wärme bewirkt werde.

Er ſtellte die Meinung auf, daß, wenn ein feſter Körper in den Zuſtand eines flüſſigen übergehe, ſich mit demſelben eine weit größere Menge Wärmeſtoff verbinde, als unmittelbar nachher durch das Thermometer wahrgenommen werden könne. Dieſe große Menge Wärmeſtoff mache offenbar den Körper nicht wärmer, ſondern verbinde ſich nur darum mit ihm, um denſelben in einen flüſſigen Zuſtand zu verſetzen; und dieſer große Zuſatz von Wärmeſtoff ſey die vornehmſte und unmittelbarſte Urſache der hervorgebrachten Flüſſigkeit. Gehe auf der anderen Seite ein flüſſiger Körper in den Zuſtand eines feſten über, ſo verlaſſe ihn eine große Menge Wärmeſtoff, ohne daß dadurch ſeine Temperatur merklich vermindert werde, und der Zuſtand des Feſtſeyns könne nicht eintreten, ohne daß eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff entweiche. Oder mit anderen Worten, wenn ein feſter Körper den Zuſtand der Flüſſigkeit annimmt, ſo verbindet er ſich mit einem gewiſſen Antheile Wärmeſtoff, ohne daß dadurch eine Vermehrung ſeiner Temperatur hervorgebracht werde; und dieſer Antheil Wärmeſtoff iſt es, welcher den Aggregatzuſtand des Körpers verändert. Wird die flüſſige Subſtanz wiederum in eine feſte verwandelt, ſo verläßt dieſer Antheil Wärmeſtoff dieſelbe, ohne daß dadurch eine Verminderung der Temperatur hervorgebracht werde, und eben durch das Entweichen dieſes Antheils Wärmeſtoff wird die Veränderung des Zuſtandes

des Körpers bewirkt. So verurſacht die Verbindung eines gewiſſen Antheils Wärmeſtoff mit dem Eiſe, daß dieſes Waſſer wird, und die Entweichung derſelben Menge Wärmeſtoff aus dem Waſſer, macht, daß daſſelbe in Eis übergeht. Waſſer iſt demnach eine Zuſammenſetzung aus Eis und Wärmeſtoff, und überhaupt alle Flüſſigkeiten ſind Verbindungen derjenigen feſten Subſtanz, in welche ſie durch die Kälte verwandelt werden können, mit einem gewiſſen Antheile Wärmeſtoff.

Dieß iſt Black's Meinung über die Urſache der Flüſſigkeit, welche er im Jahre 1762 vorgetragen hat. Die Beweiſe für dieſelbe, enthalten folgende Verſuche.

Wird durch Verſuche bewieſen.

Erſtlich: Wird ein Stück Eis, deſſen Temperatur 22° iſt, in ein warmes Zimmer gebracht, ſo wird es in ſehr kurzer Zeit bis auf 32° erwärmt, welches der natürliche Gefrierpunkt iſt. Alsdann fängt es an zu ſchmelzen; allein dieſes erfolgt ſehr langſam, und es vergehen mehrere Stunden, ehe das Eis völlig geſchmolzen iſt. Während dieſer ganzen Zeit, bleibt die Temperatur deſſelben 32°: da es aber beſtändig mit warmer Luft umgeben iſt, ſo hat man Grund zu glauben, daß ihm ununterbrochen Wärmeſtoff zugeführt werde. Da nun das Thermometer hiervon keine Anzeige thut, ſo kann man mit Grund ſchließen, daß ſich der Wärmeſtoff mit demjenigen Antheile Eis, der in Waſſer verwandelt worden iſt, verbunden habe, und daß derſelbe die Urſache vom Schmelzen des Eiſes ſey.

Black nahm zwei dünne kugelförmige Gläſer, die 4 Zoll im Durchmeſſer hatten, und beinahe an Gewicht gleich waren. Sie wurden beide mit Waſſer angefüllt, der Inhalt des einen wurde in eine feſte Eismaſſe verwandelt, der Inhalt des an=

deren wurde bis auf 33° abgekühlt. Hierauf wurden beide Gläſer in einem geräumigen Zimmer, deſſen Temperatur 47° betrug, entfernt von allen anderen Körpern aufgehängt. In einer halben Stunde ſtieg das in dem mit Waſſer angefüllten Gefäße befindliche Thermometer von 33° bis 40° oder 7 Grad; das in dem anderen Gefäße befindliche Eis, war anfänglich 4° bis 5° kälter, als ſchmelzender Schnee, allein in wenigen Minuten, zeigte ein mit demſelben in Verbindung gebrachtes Thermometer 32°. Der Moment, in welchem es dieſe Temperatur erreichte, wurde bemerkt, und das Ganze ungeſtört $10\frac{1}{2}$ Stunde in dieſem Zuſtande gelaſſen. Nach Verlauf dieſer Zeit war alles Eis geſchmolzen, bis auf eine geringe Menge einer ſchwammigen Maſſe, welche oben auf ſchwamm, und in wenigen Minuten verſchwand. Die Temperatur des geſchmolzenen Eiſes war 40 Grad.

Es waren demnach $10\frac{1}{2}$ Stunde erforderlich, um das Eis zu ſchmelzen, und es auf die Temperatur von 40° zu erheben. Während dieſer ganzen Zeit mußte es mit derſelben Schnelligkeit, wie das mit Waſſer angefüllte Gefäß in der erſten halben Stunde, Wärmeſtoff erhalten. Die ganze Menge Wärmeſtoff, die demnach dem Eiſe zugeſtrömt war, betrug 21 mal 7, oder 147°; allein die Temperatur deſſelben war nur 40°, folglich ſind 139° oder 140° von dem ſchmelzenden Eiſe abſorbirt worden, die in dem Waſſer, in welches das Eis verwandelt worden war, verborgen ſeyn mußten, weil ſie durch das Thermometer nicht angegeben wurden *).

Daß aber wirklich Wärmeſtoff dem Eiſe zugeführt werde, kann man leicht wahrnehmen, wenn man die Hand an

*) Black's Lectures I, 120.

ein Thermometer legt, das unter einem mit Eiſe gefüllten Gefäße befindlich iſt. Man bemerkt, ſo lange das Schmelzen des Eiſes dauert, daß ſich von demſelben ein Strom kalter Luft herabſenkt.

Man könnte aber einwenden, daß der Wärmeſtoff, welcher in das Eis eindringt, nicht in demſelben bleibe, ſondern verſchwinde. Dieſe Meinung wird durch folgenden Verſuch widerlegt.

Zweitens: Man ſtelle ein Gefäß, das mit Waſſer, deſſen Temperatur 52° beträgt, angefüllt worden, an die freie Luft, in welcher das Thermometer 22° zeigt; über daſſelbe ſtelle man ein anderes Gefäß mit einer Auflöſung von Kochſalz von derſelben Temperatur, und verſehe jedes Gefäß mit einem Thermometer. Beide verlieren allmählig Wärmeſtoff, bis ſie auf die Temperatur von 32° herabgebracht ſind. Die Auflöſung des Kochſalzes, welche erſt dann gefriert, wenn ihre Temperatur 0° iſt, fährt fort, Wärmeſtoff zu verlieren, und kommt nach und nach auf 22°, welches die Temperatur der Luft iſt; allein das reine Waſſer bleibt beſtändig auf der Temperatur von 32°. Es friert zwar, allein ſehr langſam, und ſo lange dieſes dauert, bleibt die Temperatur unverändert 32°. Wie ſollte nun die eine Flüſſigkeit auf einmal aufhören, Wärmeſtoff fahren zu laſſen, und nicht die andere? Iſt es nicht ungleich wahrſcheinlicher, daß ſich bei dem Gefrieren des Waſſers aus demſelben nach und nach derjenige Wärmeſtoff entwickelt, den es beim Flüſſigwerden abſorbirt hat, und daß dieſer Entwickelung ungeachtet derjenige Antheil, welcher während dem ganzen Proceſſe an der Luft entweicht, die Temperatur auf 32° erhält. Man kann ſich ſehr leicht überzeugen, daß das Waſſer beim Gefrieren Wärme-

ſtoff an die umgebende Luft abgebe; denn ein empfindliches Thermometer, welches über daſſelbe aufgehangen wird, wird ununterbrochen von einem Luftſtrome, der weniger kalt als die umgebende Luft iſt, afficirt *). Folgende Verſuche, die Fahrenheit zuerſt angeſtellt, Black nachher öfters wiederholt hat, geben einen augenſcheinlichen Beweis, daß während dem Gefrieren wirklich eine ſolche Entwicklung des Wärmeſtoffs ſtatt finde.

Drittens: Setzt man Waſſer, in welches ein Thermometer geſenkt worden, in einem dünnen Bierglaſe, das bedeckt worden iſt, einer Temperatur von 22° aus, ſo erkaltet das Waſſer nach und nach bis zu 22°, ohne zu gefrieren. Seine Temperatur iſt demnach, 10° unter dem Gefrierpunkte. Wird das Waſſer unter dieſen Umſtänden geſchüttelt, ſo gefriert ein Theil deſſelben augenblicklich zu einer ſchwammigen Maſſe, und die Temperatur des Ganzen ſteigt ſchnell auf den Gefrierpunkt, ſo daß das Waſſer plötzlich um 10 Grade wärmer geworden iſt. Woher kommen aber dieſe 10 Grade? Iſt es nicht offenbar, daß ſie der Theil des Waſſers, welcher gefroren iſt, hergegeben hat, und daß folglich das Waſſer beim Gefrieren Wärmeſtoff fahren läßt.

Ich halte mich aus einer großen Anzahl von Verſuchen, die ich über dieſen Gegenſtand angeſtellt habe, zu dem Schluſſe berechtigt, daß die Menge des Eiſes, welche plötzlich bei dem Schütteln des Waſſers, das bis unter den Gefrierpunkt erkaltet worden iſt, gebildet wird, in einem beſtändigen Verhältniſſe zu der Kälte der Flüſſigkeit vor dem Schütteln ſtehe. So fand ich, daß, wenn das Waſſer bis auf 22° erkaltet

*) Black's Lectures I, 127.

worden, ungefähr $\frac{1}{15}$ der ganzen Maſſe gefror *); war das Waſſer vorher auf 27° erkaltet, ſo gefror $\frac{1}{28}$ der ganzen Maſſe. Es gelang mir nicht, befriedigende Verſuche bei Temperaturen, die niedriger, als 22° waren, anzuſtellen; allein ich ſchließe nach Analogie, daß für jede 5°, welche das Waſſer, ohne zu gefrieren, unter den Gefrierpunkt erkaltet worden iſt, $\frac{1}{28}$ der Flüſſigkeit ſchnell beim Schütteln gefriere. Könnte man demnach Waſſer, ohne daß es gefröre, 28 mal 5° unter 32° erkalten, ſo würde die ganze Maſſe, wenn ſie geſchüttelt würde, augenblicklich gefrieren, und die Temperatur des Eiſes würde 32° ſeyn. Nun verdient es aber Aufmerkſamkeit, daß $5 \times 28 = 140$ genau die Menge Wärmeſtoff giebt, welche ſich nach Black's Verſuchen mit dem Eiſe verbindet, wenn es im Waſſer verwandelt wird.

Hieraus folgt, daß in allen Fällen, in welchen das Waſſer unter 32° erkaltet wird, es einen Theil von demjenigen Wärmeſtoff verliert, der erforderlich iſt, um es im flüſſigen Zuſtande darzuſtellen. In dem Augenblicke, in welchem das Waſſer geſchüttelt wird, bemächtigt ſich ein Theil der Flüſſigkeit eines Antheiles Wärmeſtoff, der ihm fehlt, auf Koſten eines anderen Antheiles Waſſer, welcher dem gemäß in Eis verwandelt wird. Wird z. B. Waſſer bis auf 22° erkaltet, ſo fehlen jedem Theilchen deſſelben von demjenigen Wärmeſtoffe, der erforderlich iſt, um es im flüſſigen Zuſtande zu erhalten, 10°. Dem vierzehnten Theile entzieht jeder der dreizehn übrigen 10°. Dieſe dreizehn Theile nehmen demnach die Temperatur von 32° an; und der andere Theil, dem $10 \times 13 = 130$, welche mit den 10°, die er vorher verloren

*) Eine Mittelzahl aus verſchiedenen Verſuchen.

hatte, 140° ausmachen, geraubt worden ſind, muß, da ihm aller Wärmeſtoff entzogen worden, der erforderlich iſt, um ihn als flüſſige Subſtanz darzuſtellen, in den Zuſtand des Eiſes übergehen.

Viertens: Wollte man dieſe Verſuche nicht für hinreichend halten, um Black's Meinung zu begründen, ſo würde folgender, den eben dieſer Naturforſcher angeſtellt hat, dieſelbe außer Zweifel ſetzen. Er miſchte beſtimmte Gewichte von Eis, deſſen Temperatur 32° war, mit Waſſer von der Temperatur 190°. Das Eis ſchmolz in wenigen Sekunden, und die hervorgebrachte Temperatur war 53°.

Das Gewicht des Eiſes war	119	halbe Drachmen.
Das — des heißen Waſſers	135	. . .
Das — der Miſchung .	254	. . .
Das — des gläſernen Gefäßes	16	. . .

Sechzehn Theile Glas haben dieſelbe Wirkung kalte Körper zu erwärmen, als 8 Theile Waſſer von derſelben Temperatur. Man kann demnach für die 16 halbe Drachmen Glas, 8 halbe Drachmen Waſſer ſetzen, welches die Menge des heißen Waſſers in 143 halbe Drachmen verwandelt.

In dieſem Verſuche mußten ſich 158° Wärme, die in dem heißen Waſſer enthalten waren, zwiſchen das Eis und Waſſer vertheilen. Wären ſie gleichförmig vertheilt worden, und hätte man nachher das ganze Quantum durch das Thermometer wahrnehmen können, ſo würde das Waſſer $\frac{143}{262}$, das Eis $\frac{119}{262}$ von dieſer Wärme zurückbehalten haben. Das will ſo viel ſagen, das Waſſer würde 36° Wärme behalten, und das Eis 72° angenommen haben, und die Temperatur der Miſchung würde 104° geweſen ſeyn. Allein die Temperatur wurde im Verſuche nur 53° gefunden. Das heiße

Waſſer verlor 137°, und das Eis erhielt nur einen Zuwachs der Temperatur von 21°. Allein 18° Wärme, welche das Waſſer verliert, bringen im Eiſe eine Erhöhung der Temperatur von 21° zuwege. Es ſind demnach 158° — 18 = 140° Wärme gänzlich aus dem heißen Waſſer verſchwunden. Dieſe 140° müſſen in das Eis eingegangen ſeyn, und daſſelbe, ohne ſeine Temperatur zu erhöhen, in Waſſer verwandelt haben *).

Eben ſo findet man, daß, wenn man Eis oder Schnee, deren Temperatur 32° iſt, mit einer gleichen Menge Waſſer (dem Gewichte nach) deſſen Temperatur 172° iſt, vermiſcht, der Schnee augenblicklich ſchmelze, und die Temperatur der Miſchung nur 32° ſey. In dieſem Falle verliert das Waſſer 140° Wärme, während die Temperatur des Schnees nicht im mindeſten vermehrt wird, ſo daß demnach 140° Wärmeſtoff gänzlich verſchwinden. Sie müſſen ſich mit dem Schnee verbunden haben; allein ſie haben den Schnee nur geſchmolzen, ohne ſeine Temperatur zu erhöhen. Hieraus folgt unwiderſprechlich, daß, wenn Eis in Waſſer verwandelt wird, es 140° Wärmeſtoff abſorbire, und ſich damit verbinde.

Verborgene Wärme des Waſſers.

Waſſer, deſſen Temperatur bis auf 32 herabgebracht iſt, kann alſo nicht eher gefrieren, als bis es 140° Wärmeſtoff hat fahren laſſen; und Eis, deſſen Temperatur 32° iſt, kann nicht eher ſchmelzen, als bis es 140° Wärmeſtoff abſorbirt hat. Dieß iſt der Grund, warum dieſe Operationen ſo äußerſt langſam von ſtatten gehen. Was das Waſſer betrifft, ſo iſt es wohl keinem Zwei-

---

*) Black's Lectures I, 123.

fel unterworfen, daß ſeine Flüſſigkeit von dem in ihm enthaltenen Wärmeſtoff herrühre, und daß der Wärmeſtoff welcher erforderlich iſt, Eis flüſſig zu machen, 140° betrage.

Derjenigen Menge Wärmeſtoff, welche durch ihre Verbindung mit den feſten Körpern, die Flüſſigkeit derſelben veranlaßt, gab Black den Namen der verborgenen Wärme, weil das Thermometer ihre Gegenwart nicht bemerklich macht. Dieſer Ausdruck iſt bezeichnend genug, allein andere Naturforſcher haben es zweckmäßiger gefunden, ſie den Wärmeſtoff der Flüſſigkeit zu nennen.

Black und ſeine Freunde fanden gleichfalls durch Verſuche, daß die Flüſſigkeit des geſchmolzenen Wachſes, Talges, Wallrathes und der Metalle von derſelben Urſache herrühre. Landriani zeigte, daß dieß der Fall mit Schwefel, Allaun, Salpeter und verſchiedenen Metallen ſey *). Ueberhaupt hat man es bei allen bisher unterſuchten Subſtanzen beſtätigt gefunden. Man kann es daher als ein allgemeines Geſetz anſehen, daß jedesmal, wenn ein feſter Körper in einen flüſſigen verwandelt wird, er ſich mit Wärmeſtoff verbindet, und daß dieſes die Urſache ſeiner Flüſſigkeit ſey.

Und anderer Körper. 4. Aus des Dr. Irvine's **) Verſuchen geht hervor, daß der Wärmeſtoff der Flüſſigkeit

beim Wallrathe betrage 145°
beim Bienenwachſe . 175°
beim Zinn . . 500°

Dieß ſind die einzigen Subſtanzen, in welchen die Quan-

---

*) Jour. de Phys. XXV.
**) Black's Lectures Vol. I, p. 187.

Quantität des Wärmeſtoffes, welche während des Schmelzens abſorbirt wird, ausgemittelt worden iſt. Bei allen ſieht man die Regel beſtätigt, daß die Menge des Wärmeſtoffes, wie die Temperatur, bei welcher das Flüſſigwerden ſtatt findet, zunimmt.

Die Weichheit und Ziehbarkeit der Körper rühren von derſelben Urſache her.

Dr. Black hat es äußerſt wahrſcheinlich gemacht, oder vielmehr, er hat es durch Verſuche und Beobachtungen erwieſen, daß die Weichheit ſolcher Körper, die durch den Wärmeſtoff in den Zuſtand verſetzt werden, daß ſie ſich formen laſſen, von einem Antheile verborgenen Wärmeſtoffes herrühre, der ſich mit denſelben verbindet. Die Streckbarkeit und Ziehbarkeit der Metalle rührt von derſelben Urſache her. Dieß iſt der Grund, warum ſie beim Hämmern heiß und ſpröde werden.

II. Aus dem Vorhergehenden erſieht man, daß die Umwandlung feſter Körper in flüſſige dadurch hervorgebracht werde, daß ſich ein Theil Wärmeſtoff mit dem feſten Körper verbindet. Allein es giebt noch eine, und zwar merkwürdigere Veränderung, welche die Körper erleiden, wenn ſie der Einwirkung der Wärme ausgeſetzt werden. Faſt alle Flüſſigkeiten nehmen, wenn ſie bis auf eine gewiſſe Temperatur gebracht werden, nach und nach den Zuſtand einer elaſtiſchen Flüſſigkeit an; ſie ähneln alsdann der Luft, und beſitzen, wie ſie, dieſelben mechaniſchen Eigenſchaften. So wird Waſſer durch Kochen in Waſſerdampf verwandelt, der eine unſichtbare Flüſſigkeit iſt, ein achtzehnhundertmal ſo großes Volumen einnimmt, als das Waſſer, aus welchem er gebildet wurde, und der eben ſo elaſtiſch, als die Luft iſt. Dieſe Flüſſigkeiten behalten ihren elaſtiſchen Zuſtand ſo lange bei, als die Temperatur derſelben hoch genug iſt; ſo wie ſie aber

abgekühlt werden, verlieren ſie dieſen Zuſtand, und werden in tropfbare Flüſſigkeiten verwandelt. Alle tropfbaren Flüſſigkeiten, ſelbſt eine beträchtliche Menge feſter Körper, können, wenn ſie zu der erforderlichen Temperatur erhoben werden, in dieſen Zuſtand verſetzt werden.

Einige Körper werden bei allen Temperaturen in Dämpfe verwandelt, andere nicht.

2. Die Flüſſigkeiten laſſen ſich in Rückſicht der Temperaturen, bei welchen ſie in Dämpfe verwandelt werden, unter zwei Abtheilungen bringen. Es giebt einige tropfbare Flüſſigkeiten, die bei jeder Temperatur nach und nach in Dämpfe verwandelt werden; andere hingegen erfahren dieſe Veränderung erſt dann, wenn ihre Temperatur einen gewiſſen Grad erreicht hat. Das Waſſer iſt ein allgemein bekanntes Beiſpiel eines zur erſten Klaſſe gehörenden Körpers. Wird daſſelbe in einem offenen Gefäße einige Zeit hingeſtellt, ſo findet man bei ſorgfältiger Unterſuchung, daß ſich das Volumen von Tage zu Tage vermindert, und zuletzt verſchwindet es gänzlich. Wird der Verſuch in einem gehörig weiten Gefäße, das vorher luftleer gemacht worden, angeſtellt, ſo bemerkt man, daß das Waſſer bei jeder Temperatur das Gefäß als ein unſichtbarer Dampf anfüllt. Der Alkohol, der Aether und die flüchtigen Oele, nehmen gleichfalls bei allen Temperaturen den Zuſtand elaſtiſcher Flüſſigkeiten an. Schwefelſäure hingegen, und die fetten Oele werden erſt dann, wenn ſie auf eine gewiſſe Temperatur gebracht werden, in Dämpfe verwandelt. Wenn man ſie auch in offenen Gefäßen ſtehen läßt, ſo verlieren ſie dennoch nicht merklich von ihrem Gewichte; ja die Schwefelſäure mag noch ſo lange einer Temperatur, die der Siedhitze des Waſſers gleich iſt, ausgeſetzt werden, ſo bleibt dennoch das Gewicht derſelben unverän-

dert. Wenn tropfbare Flüſſigkeiten allmählig bei allen Temperaturen in Dämpfe verwandelt werden, ſo ſagt man, ſie verdunſten freiwillig. Der zweiten Klaſſe von Flüſſigkeiten fehlt dieſe Eigenſchaft gänzlich.

Erklärung des Siedens. 3. Sind alle übrigen Umſtände gleich, ſo nimmt das Verdunſten der Flüſſigkeiten mit der Temperatur zu, und wenn ſie bis auf einen gewiſſtn Grad erhitzt ſind, ſo gehen ſie mit großer Schnelligkeit in den Zuſtand einer elaſtiſchen Flüſſigkeit über. Wirkt, wie es gewöhnlich der Fall iſt, die Hitze auf den Boden des Gefäßes, welches die Flüſſigkeit enthält, ſo werden, nachdem die ganze Flüſſigkeit dieſe Temperatur angenommen hat, diejenigen Theilchen, welche ſich zunächſt am Boden befinden, zuerſt in Dämpfe verwandelt. Sie ſteigen, ſowie ſie gebildet werden, durch die Flüſſigkeit hindurch, und ſetzen das Ganze in eine heftige Bewegung. Man ſagt alsdann von der Flüſſigkeit, ſie koche. Jede beſondere Flüſſigkeit hat einen beſtimmten Punkt (wenn alle übrigen Umſtände gleich ſind) bei welchen ſie zu kochen anfängt, und dieſer wird der Siedpunkt der Flüſſigkeit genannt. So fängt das Waſſer zu kochen an, wenn ſeine Temperatur bis auf 212° erhöht worden. Es verdient bemerkt zu werden, daß, wenn eine Flüſſigkeit bis zum Kochen gebracht worden, ſie dennoch, ſo ſehr man auch das Feuer verſtärke, nicht heißer werde. Eine ſtarke Hitze macht zwar, daß ſie raſcher kocht, allein ſie erhöht die Temperatur derſelben nicht.

Siedpunkt ꝛc. 4. Folgende Tabelle enthält die Siedpunkte mehrerer Flüſſigkeiten:

Körper.	Siedpunkt.
Aether	98°
Ammonium . . .	140 *)
Alkohol	176
Waſſer	212
Salzſaure Kalkerde . .	230 *)
Salpeterſäure . . .	248
Schwefelſäure . . .	590 *)
Phosphor . . .	554
Terpentinöl . . .	560
Schwefel	570
Leinöl	600
Queckſilber . . .	660 *).

Sind verſchieden nach Verſchiedenheit des Druckes.

5. Es wurde, da von dem Schmelzpunkte der feſten Körper geredet wurde, bemerkt, daß er, wenn man die Verhältniſſe der Körper ändert, ſehr verſchieden ausfallen könne. So läßt ſich Waſſer ohne zu gefrieren, unter die Temperatur von 32° erkälten. Der Siedpunkt iſt noch weniger beſtändig, und hängt gänzlich von dem Drucke ab, dem die zu kochende Flüſſigkeit ausgeſetzt wird. Wird der Druck vermindert, ſo kocht die Flüſſigkeit bei einer niederern Temperatur; wird er vermehrt, ſo iſt hierzu eine höhere Temperatur erforderlich. Robiſon fand bei ſeinen Verſuchen, daß im luftleeren Raume die Flüſſigkeiten bei einer um 145 Grade niedrigeren Temperatur kochen, als an der freien Luft, bei einem Drucke, der 30 Zollen Queckſilber gleich iſt. Dem gemäß würde Waſſer im luftleeren Raume bei 67°, und Alkohol bei 34° kochen. In dem

*) Dalton.

Papinianiſchen Digeſtor kann die Temperatur des Waſſers auf 300°, ja ſogar auf 400° erhoben werden, ohne daß es kocht; allein in dem Augenblicke, da dieſer große Druck nachläßt, fängt die Flüſſigkeit mit ausnehmender Gewalt zu ſieden an.

Die Elaſticität der Dämpfe nimmt mit der Temperatur zu.

6. Die Elaſticität aller elaſtiſchen Flüſſigkeiten, in welche man die tropfbaren Flüſſigkeiten durch die Wärme verwandelt, nimmt mit der Temperatur zu; und der Dampf, welcher, wenn man die Flüſſigkeit an der freien Luft kocht, gebildet wird, beſitzt eine Elaſticität, die der, der athmosphäriſchen Luft vollkommen gleich iſt, oder die in der Mittelzahl einer Queckſilberſäule von 30 Zoll das Gleichgewicht hält. Folgende ſehr wichtige Tabelle, die Dalton *) nach ſeinen eigenen Verſuchen entworfen hat, ſtellt die Elaſticität des Waſſerdampfes bei allen Temperaturen von — 40° bis zu 325° dar. Die Elaſticität aller Temperaturen von 32° bis 212°, wurde durch Verſuche gefunden, die übrigen wurden nach dem bemerkten Verhältniſſe, nach welchem ſich die Elaſticität nach Verſchiedenheit der Temperatur vermehrte, oder verminderte, berechnet.

---

*) Manchester Mem. V, 559.

Tabelle von der Elaſticität der Waſſerdämpfe.

Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.
—40°	0,013	37°	0,237	79°	0,971	121°	3,42
—30	0,020	38	0,245	80	1,00	122	3,50
—20	0,030	39	0,254	81	1,04	123	3,59
—10	0,043	40	0,263	82	1,07	124	3,69
0	0,064	41	0,273	83	1,10	125	3,79
1	0,066	42	0,283	84	1,14	126	3,89
2	0,068	43	0,294	85	1,17	127	4,00
3	0,071	44	0,305	86	1,21	128	4,11
4	0,076	45	0,316	87	1,24	129	4,22
5	0,076	46	0,328	88	1,28	130	4,34
6	0,079	47	0,339	89	1,32	131	4,47
7	0,082	48	0,351	90	1,36	132	4,60
8	0,085	49	0,363	91	1,40	133	4,73
9	0,087	50	0,375	92	1,44	134	4,86
10	0,090	51	0,388	93	1,48	135	5,00
11	0,093	52	0,401	94	1,53	136	5,14
12	0,096	53	0,415	95	1,58	137	5,29
13	0,100	54	0,429	96	1,63	138	5,44
14	0,104	55	0,443	97	1,68	139	5,59
15	0,108	56	0,458	98	1,74	140	5,74
16	0,112	57	0,474	99	1,80	141	5,90
17	0,116	58	0,490	100	1,86	142	6,05
18	0,120	59	0,507	101	1,92	143	6,21
19	0,124	60	0,524	102	1,98	144	6,37
20	0,129	61	0,542	103	2,04	145	6,53
21	0,134	62	0,560	104	2,11	146	6,70
22	0,139	63	0,578	105	2,18	147	6,87
23	0,144	64	0,597	106	2,25	148	7,05
24	0,150	65	0,616	107	2,32	149	7,23
25	0,156	66	0,635	108	2,39	150	7,42
26	0,162	67	0,655	109	2,46	151	7,61
27	0,168	68	0,676	110	2,53	152	7,81
28	0,174	69	0,698	111	2,60	153	8,01
29	0,180	70	0,721	112	2,68	154	8,20
30	0,186	71	0,745	113	2,76	155	8,40
31	0,193	72	0,770	114	2,84	156	8,60
32	0,200	73	0,796	115	2,92	157	8,81
33	0,207	74	0,823	116	3,00	158	9,02
34	0,214	75	0,851	117	3,08	159	9,24
35	0,221	76	0,880	118	3,16	160	9,46
36	0,229	77	0,910	119	3,25	161	9,68
		78	0,940	120	3,33	162	9,91

(Fortſetzung der Tabelle.)

Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.	Temperatur.	Kraft der Dämpfe durch Zolle Queckſilber ausgedrückt.
163°	10,15	204°	25,61	245°	53,88	286°	95,48
164	10,41	205	26,13	246	54,68	287	96,64
165	10,68	206	26,66	247	55,54	288	97,80
166	10,96	207	27,20	248	56,42	289	98,96
167	11,25	208	27,74	249	57,31	290	100,12
168	11,54	209	28,29	250	58,21	291	101,28
169	11,83	210	28,84	251	59,12	292	102,45
170	12,13	211	29,41	252	60,05	293	103,63
171	12,43	212	30,00	253	61,00	294	103,80
172	12,73	213	30,60	254	61,92	295	105,97
173	13,02	214	31,21	255	62,85	296	107,14
174	13,32	215	31,83	256	63,76	297	108,31
175	13,62	216	32,46	257	64,82	298	109,48
176	13,92	217	33,09	258	65,78	299	110,64
177	14,22	218	33,72	259	66,75	300	111,81
178	14,52	219	34,35	260	67,73	301	112,98
179	14,83	220	34,99	261	68,72	302	114,15
180	15,15	221	35,63	262	69,72	303	115,32
181	15,50	222	36,25	263	70,73	304	116,50
182	15,86	223	36,88	264	71,74	305	117,68
183	16,23	224	37,53	265	72,76	306	118,86
184	16,61	225	38,20	266	73,77	307	120,03
185	17,00	226	38,89	267	74,79	308	121,20
186	17,40	227	39,59	268	75,80	309	122,37
187	17,80	228	40,30	269	76,82	310	123,53
188	18,20	229	41,02	270	77,85	311	124,69
189	18,60	230	41,75	271	78,89	312	125,85
190	19,00	231	42,49	272	79,94	313	127,00
191	19,42	232	43,24	273	80,98	314	128,15
182	19,86	233	44,00	274	82,01	315	129,29
193	20,32	234	44,78	275	83,13	316	130,43
194	20,77	235	45,58	276	84,35	317	141,57
195	21,22	236	46,39	277	85,47	318	132,72
196	21,68	237	47,20	278	86,50	319	133,86
197	22,13	238	48,02	279	87,63	320	135,00
198	22,69	239	48,84	280	88,75	321	136,14
199	23,16	240	49,67	281	89,87	322	137,28
200	23,64	241	50,50	282	90,99	323	138,42
201	24,12	242	51,34	283	92,11	324	139,56
202	24,61	243	52,18	284	93,23	325	140,70
203	25,10	244	53,03	285	94,35		

Die Elaſticität aller Dämpfe bei gleichem Abſtand vom Siedpunkte iſt gleich.

Dalton hat ferner gefunden, daß die Elaſticität jedes anderen Dampfes in derſelben Entfernung vom Siedpunkte derjenigen Flüſſigkeit aus welcher er gebildet worden, genau dieſelbe, wie die des Waſſers, bei derſelben Entfernung von Siedpunkte des letzteren ſey. So kocht z. B. das Waſſer bei einer Temperatur von 212°, die Elaſticität deſſelben bei der Temperatur von 132°, oder 30° unter ſeinem Siedpunkte iſt, wie die Tabelle zeigt, 15,86. Der Alkohol kocht bei 176°; die Elaſticität des Alkoholdampfes bei 146° oder 30° unter ſeinem Siedpunkte iſt gleichfalls 15,86. Dieſe ſehr wichtige Entdeckung ſetzt uns in Stand, die Elaſticität der Dämpfe aller Flüſſigkeiten, bei jeder beliebigen Temperatur zu beſtimmen, ſobald ihre Siedpunkte bekannt ſind. Man darf nur ſuchen, wie viele Grade die Temperatur, für welche man die Elaſticität der Dämpfe zu finden wünſcht, vom Siedpunkte dieſer Flüſſigkeit entfernt ſey. Dieſelbe Anzahl von Graden zu 212° zugezählt oder abgezogen, giebt uns diejenige Temperatur, neben welcher in der mitgetheilten Tabelle die verlangte Elaſticität bemerkt iſt.

Dämpfe ſind mit Wärmeſtoff verbundene tropfbare Flüſſigkeiten.

7. Dieß ſind die Erſcheinungen, welche bei der Umwandlung der tropfbaren Flüſſigkeit in Dämpfe ſtatt finden. Black wandte ſeine Theorie von der verborgenen Wärme mit großem Scharfſinne auf dieſe Umwandlung an, und zeigte, daß ſie von derſelben Urſache herrühre, wie die Umwandlung der feſten Körper in tropfbare Flüſſigkeiten, nemlich von der Verbindung eines gewiſſen Antheils Wärmeſtoff mit der Flüſſigkeit, ohne daß dadurch die Temperatur vermehrt werde.

Die Wahrheit dieſer wichtigen Thatſache, wurde durch folgende Verſuche bewährt:

Erſtlich. Setzt man ein Gefäß mit Waſſer über das Feuer, ſo wird das Waſſer allmählig heißer, bis es eine Temperatur von 212° erreicht; nachmals wird die Temperatur deſſelben nicht vermehrt. Nun dringt aber beſtändig Wärmeſtoff in das Waſſer ein, und verbindet ſich mit dem Waſſer. Da aber das Waſſer nicht heißer wird, ſo muß der Wärmeſtoff ſich mit demjenigen Antheile deſſelben verbinden, der alsdann entweicht; allein die Temperatur des Dampfes beträgt nur 212°; folglich vermehrt der Wärmeſtoff, welcher ſich mit ihm verbunden hat, ſeine Temperatur nicht. Wir müſſen demnach ſchließen, daß die Umwandlung des tropfbaren Waſſers in Waſſerdampf, von der Verbindung mit dieſem Wärmeſtoffe herrühre, denn er bringt keine andere Veränderung hervor.

Black ſetzte etwas Waſſer in einem dünnen zinnernen Gefäße auf glühendes Eiſen. Die Temperatur des Waſſers war 50°; in 4 Minuten fing es an zu kochen, und in 20 Minuten war es ganz verdampft. Während den erſten 4 Minuten hatte es 162°; oder in einer Minute $40\frac{1}{2}$° Wärme erhalten. Nimmt man nun an, daß es in jeder Minute, ſo lange das Kochen dauerte, eben ſo viel Wärmeſtoff erhalten habe, der ſich mit dem Waſſer verband, und es in Waſſerdampf verwandelte, ſo mußte die Menge deſſelben $40\frac{1}{2} \times 20 = 810$° *) betragen haben. Dieſen Wärmeſtoff giebt das Thermometer nicht an, denn die Temperatur des Waſ-

*) Black's Lectures I, 157.

ſerdampfes beträgt nur 212°; aus dieſem Grunde nannte ihn Black verborgene Wärme.

Zweitens: Man kann das Waſſer in dem Papinaniſchen Topfe, ohne daß es kocht, bis auf 400° erhitzen; weil der Waſſerdampf gewaltſam zuſammengedrückt, und verhindert wird, zu entweichen. Wird der Deckel des Gefäßes unter dieſen Umſtänden ſchnell geöffnet, ſo dringt ein Theil des Waſſers im Zuſtande des Dampfes heraus, allein der größere Theil bleibt als tropfbare Flüſſigkeit zurück, und ſeine Temperatur ſinkt augenblicklich auf 212°; folglich ſind 188° Wärmeſtoff plötzlich verſchwunden. Dieſer Wärmeſtoff muß durch den Waſſerdampf fortgeführt worden ſeyn. Da nur ungefähr der fünfte Theil des Waſſers in Waſſerdampf verwandelt wurde, ſo müſſen in demſelben nicht allein ſeine eigenen 188°, ſondern auch die 188°, die ein jeder der vier übrigen Theile verloren hat, befindlich ſeyn; dieß will ſo viel ſagen, er muß 188° × 5 oder ungefähr 940° enthalten. Waſſerdampf iſt demnach Waſſer, das mit wenigſtens 940° Wärmeſtoff verbunden iſt, deren Gegenwart das Thermometer nicht angiebt. Dieſer Verſuch wurde zuerſt von Black angeſtellt, und nachmals mit größerer Genauigkeit von Watt wiederhohlt.

Drittens: Bringt man heiße Flüſſigkeiten unter die Glocke einer Luftpumpe, ſo fangen, wenn die Luft ſchnell hinweggenommen wird, die Flüſſigkeiten zu kochen an, und ihre Temperatur ſinkt ſehr ſchnell um eine beträchtliche Anzahl Grade. So wird Waſſer, welches ungleich heißer war, bald auf eine Temperatur von 70° zurückgebracht; und Aether wird bald ſo kalt, daß Waſſer, welches das Gefäß, in dem er enthalten iſt, umgiebt, gefriert. In dieſen Fällen

führt der Dampf offenbar den Wärmeſtoff der Flüſſigkeit hinweg; allein die Temperatur des Dampfes iſt niemals größer, als die der Flüſſigkeit ſelbſt; der Wärmeſtoff muß ſich demnach mit dem Dampfe verbinden, und verborgener Wärmeſtoff werden.

Viertens: Wird ein Theil Waſſerdampf, deſſen Temperatur 212° beträgt, mit einem Theile Waſſer dem Gewichte nach, deſſen Temperatur 26° iſt, vermiſcht, ſo nimmt der Dampf augenblicklich den Zuſtand des tropfbaren Waſſers an, und die Temperatur iſt nach der Miſchung 178,6°; es hat folglich jeder der 9 Theile Waſſer 116,6° Wärmeſtoff erhalten; folglich der Waſſerdampf 9 × 116,6° = 1049,4° Wärmeſtoff verloren. Da aber die Temperatur des Waſſerdampfes 33,4° Wärmeſtoff verloren hat, ſo muß dieſe Summe abgezogen werden. Deſſenungeachtet bleiben noch mehr als 1000 Grade übrig, welches die Menge Wärmeſtoff iſt, die ohne die Temperatur zu vermehren, in dem Waſſerdampfe enthalten war. Dieſer Verſuch läßt ſich nicht unmittelbar anſtellen; man kann aber dieſen Zweck dadurch erreichen, daß man eine abgewogene Menge Waſſerdampf durch eine ſchlangenförmiggewundene Röhre, die mit einem beſtimmten Gewichte Waſſer umgeben iſt, hindurchgehen läßt. Der Zuwachs der Temperatur, welchen das Waſſer erhält, zeigt die Menge des Wärmeſtoffes an, welche der Waſſerdampf bei ſeiner Verdichtung fahren läßt. Aus Watt's Verſuchen, die auf die angegebene Art angeſtellt worden ſind, geht hervor, daß die verborgene Wärme des Waſſerdampfes 940° betrage: nach Lavoiſier's Verſuchen überſteigt dieſelbe mehr als 1000°.

Durch die Verſuche von Black und ſeinen Freunden

wurde ausgemittelt, daß nicht allein das Waſſer, ſondern alle andere Flüſſigkeiten, wenn ſie in Dämpfe verwandelt werden, ſich einen Theil Wärmeſtoff aneignen, durch den ihre Temperatur nicht erhöht wird, und daß jede elaſtiſche Flüſſigkeit bei ihrem Uebergange in eine tropfbare, einen Theil Wärmeſtoff fahren laſſe, ohne daß dadurch die Temperatur verändert werde. Black's Geſetz iſt demnach ganz allgemein, und erſtreckt ſich auf jede Veränderung im Aggregatzuſtande der Körper. Die Urſache der Umwandlung eines feſten Körpers in einen tropfbar flüſſigen iſt die Verbindung des feſten Körpers mit Wärmeſtoff; die der Umwandlung eines tropfbar flüſſigen in einem elaſtiſch flüſſigen iſt die Verbindung des tropfbar flüſſigen mit dem Wärmeſtoffe. Tropfbare Flüſſigkeiten ſind feſte mit Wärmeſtoff verbundene Körper; elaſtiſche Flüſſigkeiten ſind tropfbare, die mit Wärmeſtoff verbunden ſind. Dieſes Geſetz läßt ſich in ſeiner allgemeinſten Form folgendermaßen ausdrücken: Wenn ein Körper ſeinen Zuſtand verändert, ſo verbindet er ſich mit Wärmeſtoff, oder trennt ſich von dem Wärmeſtoffe.

Allgemeines von Black entdecktes Geſetz.

Es wird niemand in Abrede ſeyn, daß dieſes eine der wichtigſten in der Chemie gemachten Entdeckungen ſey. Die Wiſſenſchaft verdankt ſie allein dem Scharfſinne von Black. Andere Naturforſcher haben zwar Anſprüche darauf gemacht; allein dieſe Anſprüche ſind entweder ohne Grund, oder man kann darthun, daß ihre Begriffe über dieſen Gegenſtand durch Black's Vorleſungen veranlaßt worden ſind, indem ſie ihre Meinungen erſt mehrere Jahre nachher, nachdem Black auf den Lehrſtühlen zu Glasgow und Edinburg ſeine Theorie entwickelt hatte, dieſelben vortrugen.

Gasarten. III. Eine beträchtliche Menge, ſowohl feſter, als tropfbarflüſſiger Subſtanzen, läßt ſich durch die Wärme in elaſtiſche Flüſſigkeiten verwandeln; die ſo lange, als die Temperatur hoch genug bleibt, alle mechaniſchen Eigenſchaften eines Gaſes behalten. Es iſt äußerſt wahrſcheinlich, daß, wenn man einen Feuersgrad, der ſtark genug wäre, anwenden könnte, ſich alle Naturkörper in einen gasförmigen Zuſtand würden verſetzen laſſen. Dieß iſt die von den Naturforſchern jetzt allgemein angenommene Meinung. Wenn ſich aber alle Körper durch Wärme in elaſtiſche Flüſſigkeiten verwandeln laſſen, ſo iſt es äußerſt wahrſcheinlich, daß, wofern man die elaſtiſchen Flüſſigkeiten einer genugſam niedrigen Temperatur ausſetzen könnte, ſie ſich ihrerſeits in feſte oder tropfbarflüſſige Subſtanzen würden umändern laſſen. Unter dieſen Umſtänden muß man annehmen, daß alle Gasarten ihre Elaſticität durch einen gewiſſen Antheil Wärmeſtoff erhalten: ſie müſſen als Zuſammenſetzungen des Wärmeſtoffes mit einem feſten, oder tropfbarflüſſigen Körper betrachtet werden. Dieſe Meinung wurde zuerſt von **Amontons** aufgeſtellt, und von **Black**, **Lavoiſier** und ſeinen Anhängern mit vielem Scharfſinne unterſtützt. Sie iſt jetzt die herrſchende Meinung, und wird nicht allein durch Analogie, ſondern auch durch mehrere auffallende Thatſachen bewährt.

Werden für tropfbare Flüſſigkeiten gehalten, die ſich mit Wärmeſtoff verbunden haben.

Welche die Kälte verdichtet. 1. Wird dieſe Meinung angenommen, ſo muß man einräumen, daß alle Gasarten durch Entziehung des Wärmeſtoffes ihre Elaſticität verlieren können. Sie unterſcheiden ſich von den Dämpfen nur dadurch, daß eine größere Menge Wärmeſtoff erfordert wird, um dieſe Verän-

derungen hervorzubringen. Die Erfahrung lehrt aber wirklich, daß verſchiedene Gasarten, wenn ihnen Wärmeſtoff entzogen wird, in tropfbare Flüſſigkeiten verwandelt werden können. Die oxydirte Salzſäure wird bei einer Temperatur, die wenig niedriger als 40° iſt, in eine tropfbare Flüſſigkeit verwandelt, und bei 32° bildet ſie ſogar feſte Kryſtalle. Bei einer Temperatur von — 45°, wird das gasförmige Ammonium zu einer tropfbaren Flüſſigkeit verdichtet. Keine von den übrigen Flüſſigkeiten iſt bisher verdichtet worden.

und durch den Druck. 2. Es iſt eine allgemeine bekannte Thatſache, daß die Verdichtung der Dämpfe durch den Druck ſehr befördert wird: allein die Wirkung des Druckes nimmt ab, ſowie die Temperatur der Dämpfe zunimmt. Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß der Druck gleichfalls zur Verdichtung der Gasarten beitragen werde. Man hat zwar mit mehreren derſelben in dieſer Rückſicht Verſuche angeſtellt, ohne jedoch einen erwünſchten Erfolg zu erhalten. So hat man z. B. die athmosphäriſche Luft ſo ſehr zuſammengepreßt, daß ſie ſchwerer als Waſſer war; deſſenungeachtet zeigte ſie keine Neigung ihre Elaſticität fahren zu laſſen. Dieß kann aber daher rühren, daß der Verſuch bei einer Temperatur gemacht wurde, die viel zu hoch war, als daß die Luft dabei ihre Elaſticität hätte verlieren können.

Einwürfe gegen dieſe Meinung. 3. Es kann auf der andern Seite nicht geläugnet werden, daß, ſo ſcharfſinnig und wahrſcheinlich auch die Meinung über die Bildung der Gasarten iſt, ſich dennoch mehrere Erſcheinungen nicht füglich mit derſelben vereinbaren laſſen. Eine der auffallendſten iſt das ſchnelle Feſtwerden, welches bei der Vermiſchung einiger Gasarten ſtatt findet. Vermiſcht man z. B. Ammonium und

Salzſäure, beide im gasförmigen Zuſtande, ſo entſteht daraus ein feſtes Salz: allein die Wärme, welche unter dieſen Umſtänden frei wird, iſt ſehr unbeträchtlich, wenn man ſie mit der Schwierigkeit vergleicht, die man antrifft, wenn man jede dieſer Gasarten beſonders verdichten will, und mit der großen Kälte, welche ſie aushalten, ehe ſie ihre Elaſticität verlieren. In anderen Fällen vereinigen ſich gasförmige Subſtanzen, und bilden ein neues Gas, welches ſeine Elaſticität unvermindert beibehält. So bilden Sauerſtoffgas und Salpetergas, wenn man ſie mit einander verbindet, ein neues Gas, nemlich Salpeterſäure im gasförmigen Zuſtande, welche ihren elaſtiſchen Zuſtand beibehält, bis ſie einen anderen Körper antrifft, auf den ſie wirken kann.

Dritte Wirkung.

Veränderungen in der Zuſammenſetzung.

Der Wärmeſtoff zerſetzt die Körper.

Der Wärmeſtoff vergrößert nicht allein das Volumen der Körper und verändert ihren Zuſtand, indem er feſte zu tropfbarflüſſigen, und tropfbarflüſſige zu elaſtiſchen Subſtanzen macht, ſondern ſeine Wirkung zerſetzt eine große Anzahl Körper gänzlich, und ſcheidet ſie entweder in ihre Beſtandtheile, oder nöthigt dieſe, in veränderten Verhältniſſen zuſammenzutreten. Wird z. B. Ammoniam geglühet, ſo wird es in Stickgas und Waſſerſtoffgas zerſetzt. Alkohol wird durch daſſelbe Verfahren in kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas und Waſſer verwandelt.

1. Dieſe Zerſetzung rührt in manchen Fällen von der verſchiedenen Flüchtigkeit der Beſtandtheile des zuſammengeſetzten Körpers her. Erhitzt man einen ſchwachen Spiritus,

oder eine Verbindung des Alkohols mit Waſſer, ſo wird der Alkohol, weil er ungleich flüchtiger als Waſſer iſt, abgeſchieden.

2. In der Regel wirkt die Wärme auf diejenigen Zuſammenſetzungen nur wenig oder gar nicht, welche durch das Verbrennen gebildet worden ſind. So wird z. B. das Waſſer durch keinen Feuersgrad, welchem man daſſelbe ausſetzen kann, zerſetzt; dieſe Bewandniß hat es mit der Phosphorſäure, Schwefelſäure und Kohlenſäure.

3. Faſt alle diejenigen Verbindungen, von welchen der Sauerſtoff einen Beſtandtheil ausmacht, ohne daß er ein Verbrennen veranlaßt hat, werden durch die Hitze zerſetzt. Dieß iſt der Fall mit der Salpeterſäure, überoxydirten Salzſäure und den metalliſchen Oxyden.

4. Alle Körper, unter deren Beſtandtheilen brennbare Stoffe angetroffen werden, werden durch die Wärme zerſetzt. Vielleicht machen die Metallgemiſche eine Ausnahme von dieſer Regel; wenigſtens ſteht es nicht in unſerer Gewalt, einige wenige Fälle ausgenommen, eine Temperatur anzuwenden, die hoch genug wäre, ihre Zerſetzung zu bewirken.

5. Kommen zwei brennbare Stoffe und Sauerſtoff zuſammen als Beſtandtheile der Körper vor, ſo können ſie jederzeit ſehr leicht durch Hitze zerſetzt werden. Dieß iſt der Fall mit der größten Anzahl animaliſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen.

Es würde unzweckmäßig ſeyn, wenn man, da ſich doch keine befriedigende Theorie darüber entwerfen läßt, noch mehr Worte über dieſen Gegenſtand machen wollte. Die Zerſetzungen, welche die Wärme hervorbringt, werden bei der Beſchreibung der verſchiedenen Zuſammenſetzungen, welche

die

die folgenden Abſchnitte dieſes Werkes enthalten, angeführt werden.

Fünfter Abſchnitt.

Von der Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern.

Da in dem zweiten Abſchnitte dieſes Kapitels gezeigt wurde, daß der Wärmeſtoff ſich durch alle Körper bewegen kann, und in dem dritten, daß er ſich nach und nach durch alle in Verbindung ſtehende Körper ſo verbreitet, daß ſie dieſelbe Temperatur annehmen, ſo iſt der nächſte Gegenſtand, der ſich uns darbietet, die Unterſuchung über die Menge deſſelben in den verſchiedenen Körpern. Wenn verſchiedene Körper dieſelbe Temperatur haben, enthalten ſie dieſelbe Menge Wärmeſtoff? Iſt eine gleiche Menge erforderlich, um dieſelbe Veränderung der Temperatur in allen Körpern hervorzubringen. Auf welchem Punkte würde das Queckſilber in einem Thermometer ſtehen, wenn man es mit einem Körper in Verbindung brächte, der ganz und gar keinen Wärmeſtoff enthielte? Oder wo iſt der Anfang der Skale der verſchiedenen Temperaturen? Alle dieſe Fragen mußten ſo lange unbeantwortet bleiben, als man mit den Wirkungen, welche der Wärmeſtoff in den Körpern hervorbringt, unbekannt war; denn dieſe Wirkungen ſetzen uns allein in Stand, die Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern zu meſſen. Dieß war der Grund, warum im vierten Abſchnitte eine Unterſuchung dieſer Wirkungen angeſtellt wurde. Wir wollen jetzt die erworbenen Kenntniſſe dazu anwenden, um die Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern zu beſtimmen. Dieſe Unterſuchung

zerfällt von ſelbſt in drei Theile: 1) In die Unterſuchung der relativen Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern, oder der Menge, die bei jedem erforderlich iſt, um eine beſtimmte Veränderung der Temperatur zu bewirken. Dieſe wird gewöhnlich der ſpecifiſche Wärmeſtoff genannt. 2) Der zweite Theil wird von der abſoluten Menge Wärmeſtoff, die in den Körpern befindlich iſt, handeln, ſo wie 3) der darauf folgende von den Erſcheinungen der Kälte oder der Abweſenheit des Wärmeſtoffes. Dieſe drei Abtheilungen ſollen ſich in der angegebenen Ordnung folgen.

I. Von dem ſpecifiſchen Wärmeſtoffe der Körper.

Erklärung was ſpecifiſcher Wärmeſtoff ſey.

Werden gleiche Gewichte Waſſer und Queckſilber bei verſchiedenen Temperaturen mit einander vermiſcht und geſchüttelt, ſo erwartet man natürlich, daß die Miſchung die mittlere Temperatur annehmen werde. Es ſey die Temperatur des Waſſers 100°, die des Queckſilbers 50°, ſo wird man dem erſten Anſcheine nach erwarten, daß das Waſſer 25° von ſeiner Temperatur verlieren, das Queckſilber 25° gewinnen, und daß die Temperatur der Miſchung 75° ſeyn werde. Stellt man aber den Verſuch wirklich an, ſo entſpricht das Reſultat den Erwartungen keinesweges; denn die Temperatur beträgt nach der Miſchung 80°; folglich hat das Waſſer nur 12° verloren, während das Queckſilber 38° gewonnen hat. Miſcht man auf der anderen Seite gleiche Gewichte von Waſſer und Queckſilber, wo die Temperatur des erſten 50°, die des letzteren 100° iſt, ſo wird die Temperatur der Miſchung, nachdem ſie geſchüttelt worden, nur 62° ſeyn; ſo daß das Queckſilber 38° Wärmeſtoff abgegeben, und das Waſſer 12° angenommen hat. Die-

ſer Verſuch zeigt, daß, um die Temperatur des Queckſilbers eine gewiſſe Anzahl von Graden zu erheben, nicht ſoviel Wärmeſtoff erforderlich ſey, als wenn man die Temperatur des Waſſers um eben ſo viele Grade vermehren will. Dieſelbe Menge Wärmeſtoff, welche die Temperatur des Queckſilbers um 38° erhebt, vermehrt die des Waſſers nur um 12°, folglich wird die Menge Wärmeſtoff, welche die Temperatur des Waſſers um 1° erhöht, die einer gleichen Menge Queckſilber dem Gewichte nach, um 3,16° erheben.

Stellt man ähnliche Verſuche mit anderen Körpern an, ſo findet man, daß ſie alle verſchiedene Quanta Wärmeſtoff brauchen, um damit ihre Temperatur um eine beſtimmte Anzahl von Graden wachſe; andere brauchen mehr, andere weniger, als eine gleiche Menge Waſſer dem Gewichte nach, allein jeder erfordert eine eigenthümliche Menge. Diejenige Menge Wärmeſtoff, welche erfordert wird, um damit ein Körper bis zu einer gewiſſen Temperatur (1° z. B.) erhoben werde, wird der ſpecifiſche Wärmeſtoff dieſes Körpers genannt. Zwar iſt uns die abſolute Menge Wärmeſtoff unbekannt, die nothwendig iſt, um einen gewiſſen Grad von Wärme in einem Körper hervorzubringen; ſetzt man aber die unbekannte Menge Wärmeſtoff, die erforderlich iſt, das Waſſer bis zu einer gewiſſen Temperatur (1° z. B.) zu erheben = 1; ſo läßt ſich durch Verſuche beſtimmen, wie viel Wärmeſtoff mehr oder weniger andere Körper erfordern, um damit ihre Temperatur um eine gewiſſe Anzahl von Graden zunehme. Findet man z. B. durch Verſuche, daß die Menge Wärmeſtoff, welche Waſſer um 1° erwärmt, daſſelbe Gewicht Queckſilber um 3,16° erwärme, ſo folgt daraus, daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers 3,16 mal größer ſey, als der

des Queckſilbers. Wird demnach der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers gleich 1 geſetzt, ſo muß der des Queckſilbers gleich 0,31 geſetzt werden. Auf dieſe Art läßt ſich der ſpecifiſche Wärmeſtoff aller Körper finden.

Geſchichte. Daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff der Körper verſchieden ſey, wurde zuerſt von Black in ſeinen Vorleſungen, die er von 1760 bis 1765 zu Glasgow hielt, gezeigt *). Dr. Irvine verfolgte hierauf in den Jahren 1765 bis 1770 dieſe Unterſuchungen **), und Crawford machte in ſeiner Abhandlung über die Wärme, eine beträchtliche Menge von Verſuchen über dieſen Gegenſtand bekannt. Dieſe drei Naturforſcher bezeichneten dieſe Eigenſchaft der Körper, mit dem Ausdrucke Kapacität für den Wärmeſtoff. Dem Profeſſor Wilcke zu Stockholm gebührt aber das eigentliche Verdienſt, der erſte geweſen zu ſeyn, welcher die Geſetze der Vertheilung des freien Wärmeſtoffes unter verſchiedene Körper, genau unterſucht, und die erhaltenen Reſultate bekannt gemacht hat: denn obgleich die beiden zuerſt genannten Naturforſcher ſich ſchon früher mit dieſem Gegenſtande beſchäftigten, ſo wurden doch ihre Arbeiten erſt ſpäter, hauptſächlich durch Crawford's darauf gebaute Theorie bekannt. Er gebrauchte um eben dieſe Eigenſchaft zu bezeichnen, die Benennung ſpecifiſchen Wärmeſtoff: dieſe iſt allgemein angenommen worden, weil der Ausdruck Kapacität für den Wärmeſtoff ſehr viele Mißdeutungen zuläßt, und manche Verwirrungen veranlaßt hat ***).

---

*) Black's Lectures I, 504. **) Ibid.

***) Der Ausdruck ſpecifiſcher Wärmeſtoff iſt von Seguin in verſchiedener Bedeutung genommen worden. Er verſtand darunter allen in einem Körper enthaltenen Wärmeſtoff.

Wilcke machte ſeine Verſuche zuerſt in den ſchwediſchen Abhandlungen vom Jahre 1772 bekannt, er hatte ſie aber ſchon im Jahre 1771 der Akademie vorgeleſen. Seine Art dieſelben anzuſtellen, war äußerſt ſcharfſinnig, und er beſtimmte dadurch den ſpecifiſchen Wärmeſtoff mehrerer Metalle. Dasjenige Metall mit welchem der Verſuch angeſtellt wurde, wurde zuerſt auf das genaueſte gewogen, (gewöhnlich wurde ein Pfund zu dem Verſuche genommen), dann an einem Faden aufgehängt, und in ein weites mit kochendem Waſſer angefülltes Gefäß getaucht, und ſo lange in dieſem Zuſtande gelaſſen, bis es eine gewiſſe Temperatur angenommen hatte, welche durch das Thermometer beſtimmt wurde. In ein anderes kleines zinnernes Gefäß wurde eine dem Gewicht des Metalls gleiche Menge Waſſer, deſſen Temperatur 32° war, geſchüttet. In dieſes Gefäß wurde das Metall eingeſenkt, und dabei Sorge getragen, daß es weder die Seitenwände, noch den Boden des Gefäßes berühren konnte: zugleich wurde in dem Augenblicke da Metall und Waſſer dieſelbe Temperatur angenommen hatten, dieſe durch ein ſehr genaues Thermometer auf das ſorgfältigſte gemeſſen. Aus der Veränderung der Temperatur beſtimmte er durch eine ſehr ſcharfſinnige Rechnung, den ſpecifiſchen Wärmeſtoff des Metalls, wobei der des Waſſers als Einheit angenommen wurde.

Auf die Verſuche von Wilcke folgten bald die von Crawford, der den ſpecifiſchen Wärmeſtoff der Körper dadurch zu finden ſuchte, daß er Subſtanzen von verſchiedenen Temperaturen mit einander vermiſchte. Er machte ſie in ſeinen Verſuchen und Beobachtungen über die thieriſche Wärme bekannt. In der erſten Ausgabe hatte

er ſich manche Fehler bei ſeinen Folgerungen zu Schulden kommen laſſen, weil er auf die chemiſchen Veränderungen welche bei der Vermiſchung mehrerer Subſtanzen in ſeinen Verſuchen ſtatt fanden, nicht Rückſicht genommen hatte. Er verbeſſerte ſie durch ſpätere Verſuche, und nahm die Berichtigungen in die zweite Ausgabe ſeines Werkes auf. Das von ihm befolgte Verfahren kam ganz mit dem überein, deſſen ſich Black bedient hatte. Er vermiſchte zwei Subſtanzen von verſchiedenen Temperaturen, und die Veränderung, welche die Temperatur jedes einzelnen durch die Miſchung erlitt, ſtand im umgekehrten Verhältniſſe, mit ihrem ſpecifiſchen Wärmeſtoff *).

Verſchiedene andere ſehr ſchätzbare Verſuche über den ſpecifiſchen Wärmeſtoff der Körper wurden von Lavoiſier und Laplace angeſtellt.

Ihr Verfahren war äußerſt einfach und ſcharfſinnig, und wurde von Laplace angegeben. Sie bedienten ſich eines Werkzeuges, dem ſie den Namen Calorimeter, Wärmemeſſer gaben. Es beſtehet aus drei kugelförmigen Ge-

---

*) Wenn der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers = 1 geſetzt wird, ſo iſt die Formel folgende. Die Menge des Waſſers (welches ſtets eine der vermiſchten Subſtanzen war, ſey W; ſeine Temperatur w. Die Menge des andern Körpers, deſſen ſpecifiſcher Wärmeſtoff geſucht wird, B, und ſeine Temperatur b. Die Temperatur nach der Miſchung ſey m. Der ſpecifiſche Wärmeſtoff von B iſt $\frac{W\,(m - w)}{B\,(b - m)}$; oder wenn das Waſſer der heißeſte der vermiſchten Körper iſt, ſo iſt der ſpecifiſche Wärmeſtoff von B $= \frac{W\,(w - m)}{B\,(m - b)}$. Black's Lectures I, 506.

fäßen, von welchen das eine, das andre umſchließt, ſo daß dadurch drei verſchiedene Behälter, einer in dem andern gebildet werden. Dieſe ſollen, um ſie zu unterſcheiden, der innere, mittlere und äußere gənannt werden. Der innere Behälter ffff (Fig. 11) in welchen die zum Verſuche beſtimmten Gegenſtände eingeſchloſſen werden, beſtehet aus einem Drathnetz oder Gitter von Eiſenblech, das von einigen eiſernen Stangen getragen wird. Die obere Oefnung deſſelben L M, wird durch einen Deckel H G verſchloſſen, der aus denſelben Materialien beſtehet. Der mittlere Behälter bbbb wird mit Eis angefüllt. Das Eis wird von einem Roſte getrageu, unter welchem ein Sieb befindlich iſt. Der äußere Behälter aaaa wird gleichfalls mit Eis angefüllt. Es iſt ſchon im Vorhergehenden bemerkt worden, daß kein Wärmeſtoff durch das Eis bei einer Temperatur von 32° hindurchgehen kann. Er kann in letzteres eindringen, bleibt aber in demſelben, und wird dazu verwendet, um daſſelbe zu ſchmelzen. Die Menge des geſchmolzenen Eiſes iſt demnach das Maaß von der Menge des Wärmeſtoffes die in das Eis eingedrungen iſt. Da der äußere und mittlere Behälter mit Eis angefüllet ſind, ſo iſt die Einrichtung getroffen, daß alles gebildete Waſſer abfließen kann, wodurch die Temperatur des im innern Raume befindlichen Eiſes ſtets auf 32° erhalten wird.

Um mit dieſem Werkzeuge Verſuche anzuſtellen, wird folgendermaßen verfahren. Diejenige Subſtanz deren ſpecifiſchen Wärmeſtoff man beſtimmen will, wird auf eine beſtimmte Temperatur, etwa auf 212° erhoben, und hierauf in ein dünnes Gefäß eingeſchloſſen, in den innerſten Raum gebracht. So wie ſie erkältet, ſchmilzt ſie das Eis in dem

innern Raume. Dieſes fließt, ſo wie es geſchmolzen iſt, durch den Roſt und das Sieb, und wird durch den kegelförmigen Trichter ccd und die Röhre x in ein unten angebrachtes Gefäß geleitet. Der äußere Behälter wird darum mit Eis angefüllt, damit die äußere Luft verhindert werde, das in dem mittleren Behälter befindliche Eis zu erreichen, und einen Theil davon zu ſchmelzen. Das dadurch etwa geſchmolzene Eis, fließt durch die Röhre ST ab. Die Temperatur der äußern Luft darf nicht unter 32°, nicht über 41° ſeyn. Im erſten Falle würde das im mittleren Behälter befindliche Eis zu ſtark erkältet werden; im andern, würde die kalte Luft des innern Behälters, durch die Röhre welche das Waſſer ableitet, ausſtrömen, und die äußere wärmere Luft, würde von außen durch den oberen Theil der Maſchiene eindringen, und mehr Eis ſchmelzen, als zerfließen ſollte. Wurden mehrere Subſtanzen in den innerſten Raum gebracht, und die Menge des Eiſes, welche ſchmolz, wenn ſie bis auf 32° erkaltet wurden, genau bemerkt; ſo ließ ſich hieraus der ſpecifiſche Wärmeſtoff einer jeden leicht finden.

Wurde z. B. durch Waſſer das von 212° auf 32° erkältet wurde, ein Pfund, und durch eine gleiche Menge Queckſilber dem Gewichte nach, unter denſelben Umſtänden 0,31 Pfund Eis geſchmolzen; ſo iſt der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers eins; der des Queckſilbers 0,31. Dieſes ſcheint bei weitem die einfachſte Methode zu ſeyn, um über dieſen Gegenſtand Verſuche anzuſtellen, ſie muß auch bei weitem für die genaueſte gehalten werden, wofern man nur überzeugt ſeyn kann, daß alles geſchmolzene Eis ſich in dem untergeſetzten Gefäße ſammle. Man ſcheint aber einem Verſuche von Wedgwood gemäß, dieſes nicht füglich annehmen zu kön-

nen. Dieſer fand, daß das geſchmolzene Eis, weit entfernt abzufließen, wiederum gefror, und den Ausweg verſtopfte.

Kirwan hat gleichfalls eine Tabelle über den ſpecifiſchen Wärmeſtoff verſchiedener Körper entworfen, die Magellan in ſeiner Abhandlung über die Wärme bekannt gemacht hat: auch Meyer hat neuerlich Verſuche über die ſpecifiſche Wärme getrockneter Hölzer mitgetheilt.

Das Reſultat aller dieſer Unterſuchungen legt nachſtehende Tabelle dar, welche den ſpecifiſchen Wärmeſtoff aller derer Köper angiebt, mit welchen bis jetzt Verſuche angeſtellt worden ſind.

Ich habe derſelben eine Spalte beigefügt, welche den ſpecifiſchen Wärmeſtoff von gleichen Volumen dieſer Körper angiebt; welches der einzige Weg iſt dieſen Gegenſtand zu betrachten, wenn man den Ausdruck Kapacität für den Wärmeſtoff verſtändlich machen will. Die Reſultate dieſer Kolumne werden dadurch erhalten, daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff gleicher Gewichte der verſchiedenen Subſtanzen mit ihrem reſpektiven ſpecifiſchen Gewichte multiplicirt wurde.

Tabelle

über den ſpecifiſchen Wärmeſtoff verſchiedener Körper, den des Waſſers = 1,0000 geſetzt *).

Subſtanzen.	Specifiſches Gewicht.	Specifiſcher Wärmeſtoff. Gleicher Gewichte.	Gleicher Voluminum.
I. Gasarten a).			
Waſſerſtoffgas . .	0,000094	21,4000	0,00116
Sauerſtoffgas . .	0,0034	4,7490	0,016146
Atmosphäriſche Luft .	0,00122	1,7900	0,002183
Kohlenſaures Gas .	0,00183	1,0459	0,001930
Waſſerdampf . .		1,5500	
Stickgas . . .	0,00120	0,7036	0,000844
II. Tropfbare Flüſſigkeiten.			
Waſſer . . .	1,0000	1,0000	1,0000
Kohlenſaures Ammonium b)		1,851	
Arterielles Blut a) .		1,030	
Kuhmilch . . .	1,0324	0,9999	1,0322
Schwefelhaltiges Ammonium b) . . .	0,818	0,9940	0,8131
Venöſes Blut a) .		0,8928	

*) Der ſpecifiſche Wärmeſtoff derjenigen Subſtanzen, welche mit einem a bezeichnet ſind, iſt von Crawford angegeben; der mit b von Kirwan; der mit c von Lavoiſier und Laplace; der mit d von Wilcke; mit e von Rumford; f bezeichnet die Mittelzahl von Crawford, Kirwan und Lavoiſier; g die Mittelzahl von Lavoiſier und Kirwan; h die Mittelzahl von Crawford und Lavoiſier; i die Mittelzahl von Wilcke und Crawford; k die Mittelzahl von Wilcke, Crawford und Kirwan; l Meyer.

Fortſetzung der Tabelle.

Subſtanzen.	Specifiſches Gewicht.	Specifi. Wärmeſtoff. Gleicher Gewichte.	Specifi. Wärmeſtoff. Gleicher Voluminum.
Auflöſung des braunen Zuckers b) . .		0,8600	
Salpeterſäure c) . .		0,844	
Schwefelſaure Bittererde 1, Waſſer 8 b)		0,844	
Kochſalz 1, Waſſer 8 b) . .		0,832	
Salpeter 1, Waſſer 8 c) . .		0,8167	
Salzſaures Amm. 1, Waſſer 1,5 b)		0,779	
Weinſtein 1, Waſſer 237,3 b)		0,765	
Auflöſung des Kali b)	1,346	0,759	1,0216
Schwefelſaur. Eiſen 1, Waſſer 2,5 b)		0,734	
Schwefelſaures Natrum 1, Waſſer 2,9 b)		0,728	
Baumöl b) . . .	0,9153	0,710	0,6498
Ammonium b) . .	0,997	0,7080	0,7058
Salzſäure b) . .	1,122	0,6800	0,7630
Schwefelſäure 4, Waſſer 5 c) .		0,6631	
Alaun 1, Waſſer 4,45 b) .		0,649	

Fortſetzung der Tabelle.

Subſtanzen.	Specifiſches Gewicht.	Specifi. Wärmeſtoff. Gleicher Gewichte.	Gleicher Voluminum.
Salpeterſäure $9\frac{1}{3}$ } c) Kalkerde 1 }		0,6181	
Salpeter 1 } b) . . Waſſer 3 }		0,646	
Alkohol a)	0,8371	0,6021	0,5040
Schwefelſäure f) . .	1,840	0,5968	1,0981
Salpeterſäure b) . .	1,355	0,576	0,7804
Leinöl b)	0,9403	0,528	0,4965
Wallrath a)		0,5000	
Terpentinöl b) . . .	0,9010	0,472	0,4677
Weineſſig b) . . .		0,3870	0,3966
Waſſer 16 } c) . . Kalkerde 9 }		0,3346	
Queckſilber g) . . .	13,568	0,3100	4,2061
Deſtillirter Weineſſig b)		0,1030	0,1039
III. Feſte Körper.			
Eis b)		0,9000	
Ochſenhäute mit den Haaren a)		0,787	
Lungen eines Schaafes a)		0,769	
Magres Rindfleiſch b) .		0,7400	
Pinus sylvestris l) .	0,408	0,65	0,2652
Pinus abies l) . . .	0,447	0,60	0,2682
Tilea Europaea l) . .	0,408	0,62	0,2530
Pinus picea l) . . .	0,495	0,58	0,2871
Pyrus malus l) . .	0,639	0,57	0,3642

Fortſetzung der Tabelle.

Subſtanzen.	Specifiſches Gewicht.	Specifi. Wärmeſtoff. Gleicher Gewichte.	Specifi. Wärmeſtoff. Gleicher Voluminum.
Betula alnus l) . .	0,484	0,53	0,2565
Quercus robur sessilis l)	0,531	0,51	0,2708
Fraxinus excelsior l)	0,631	0,51	0,3218
Pyrus communis l) .	0,603	0,50	0,3025
Reiß a)		0,5050	
Feldbohnen a) . . .		0,5020	
Sägeſpäne v. d. Fichte a)		0,5000	
Erbſen a)		0,4920	
Fagus sylvatica l) . .	0,692	0,49	0,3390
Carpinus betulus l) .	0,690	0,48	0,3312
Betula alba l) . . .	0,608	0,48	0,2918
Weizen a)		0,4770	
Ulmus l)	0,646	0,47	0,3036
Quercus robur pedunculata l)		0,45	0,3006
Prunus domestica l) .	0,668	0,44	0,3023
Diaspyrus ebenum l)	0,687	0,43	0,4532
Gerſte a)	1,054	0,4210	
Hafer a)		0,4160	
Steinkohlen a) . . .		0,2777	
Holzkohlen a) . . .		0,2631	
Kreide a)		0,2564	
Eiſenroſt a)		0,2500	
Ausgewaſchnes weißes Antimoniumoxyde a) .		0,2270	
Beinahe luftfreies Kupferoxyde a) . . .		0,2272	

Fortſetzung der Tabelle.

Subſtanzen.	Specifiſches Gewicht.	Specifi. Wärmeſtoff. Gleicher Gewichte.	Gleicher Voluminum.
Gebrannter Kalk h) .		0,2199	
Steingut b)		0,195	
Agat d)	2,648	0,195	0,563
Kryſtall c)	3,189?	0,1929	0,6152
Abgeſchwefelte Steinkohlen [cinders] a) . .		0,1923	
Schwediſch Glas d) .	2,386	0,187	0,4461
Aſche der abgeſchwefelten Steinkohlen a) . .		0,1885	
Schwefel b)	1,99	0,183	0,3642
Stickgas b)	3,3293	0,174	0'5793
Faſt ganz luftleerer Eiſenroſt a)		0,1666	
Faſt ganz luftleeres weißes Antimoniumoxyde a)		0,1666	
Ulmenaſche a)		0,1402	
Faſt ganz luftfreies Zinkoxyde a)		0,1369	
Eiſen i)	7,876	0,1264	0,9955
Meſſing i)	8,358	0,1141	0,9536
Kupfer i)	8,784	0,1121	0,9847
Eiſenblech e)		0,1099	
Blei- und Zinnoxyde a) .		0,102	
Kanonenmetall e) . .		0,1100	
Weißes faſt ganz luftleeres Zinnoxyde a) .		0,0990	
Zink i)	7,154	0,0981	0,7018

Fortſetzung der Tabelle.

Subſtanzen.	Specifiſches Gewicht.	Specifi. Wärmeſtoff. Gleicher Gewichte.	Gleicher Voluminum.
Aſche von Holzkohlen a)		0,0909	
Silber d)	10,001	0,082	0,8201
Gelbes faſt ganz luftfreies Bleioxyde a) . . .		0,0680	
Zinn k)	7,380	0,0661	0,4878
Antimonium i) . . .	6,107	0,0637	0,3890
Gold d)	19,040	0,050	0,9520
Blei k)	11,456	0,0424	0,4857
Wismuth d)	9,861	0,043	0,4240

Der Unterſchied in dem ſpecifiſchen Wärmeſtoffe der Körper iſt ganz mit dem analog, was ſich bei allen übrigen chemiſchen Verbindungen ereignet. Es giebt z. B. kaum zwei Metalle, die wenn ſie in Oxyden verwandelt werden, ſich genau mit derſelben Menge Sauerſtoff verbinden: es kommt auf den Grad der Verwandſchaft an, welcher zwiſchen den Körpern und dem Sauerſtoffe ſtatt findet. Aller Wahrſcheinlichkeit nach, hängt der ſpecifiſche Wärmeſtoff der Körper, eben ſo von ihrer Verwandſchaft zum Wärmeſtoffe ab; ſo daß je größer ihre Verwandſchaft zu demſelben iſt, um ſo größer auch der ſpecifiſche Wärmeſtoff derſelben ſeyn wird. Denn es läßt ſich mit Grunde vorausſetzen, daß je größer die Verwandſchaft des Körpers zum Wärmeſtoff iſt, eine um ſo größere Menge Wärmeſtoff ſich mit demſelben werde verbinden müſſen, ehe er geneigt iſt, Wärmeſtoff an andre Körper abzugeben; es wird demnach eine größere Menge Wärmeſtoff dazu erfordert werden, um den Körper bis auf eine beſtimmte Temperatur zu erheben.

Sind dieſe Schlüſſe bündig, ſo folgt, daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff der Körper, ſtets mit der leitenden Eigenſchaft derſelben im umgekehrten Verhältniß ſtehen werde: denn es wurde im Vorhergehenden gezeigt, daß die leitende Kraft der Körper ſich umgekehrt wie die Verwandſchaft der Körper zum Wärmeſtoff erhalte. Dieſer Schluß iſt von der äußerſten Wichtigkeit, indem dadurch nicht allein die Theorie von der Verbindung der Körper mit dem Wärmeſtoffe äußerſt vereinfacht wird; ſondern weil wir dadurch auch in Stand geſetzt werden, (wofern er richtig iſt) die leitende Kraft der Körper aus ihrem ſpecifiſchen Wärmeſtoff, und umgekehrt zu beſtimmen. Um dieſen Gegenſtand außer allen Zweifel zu ſetzen, würden noch Verſuche anzuſtellen ſeyn. Bei der geringen Anzahl von Körpern, deren leitende Kraft ich beſtimmt habe, ſtimmen die erhaltenen Reſultate mit dem umgekehrten Verhältniſſe des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes, wie er in der Tabelle angegeben wird, genauer, als es ſich bei ſo feinen Verſuchen erwarten ließ. Daß dieſes wirklich der Fall ſey, erſieht man aus nachſtehender Tabelle.

Körper.	Specifiſcher Wärmeſtoff	Leitendes Vermögen nach der Theorie.	Leitendes Vermögen nach der Erfahrung.	Unterſchied.
Waſſer . . .	1	1	1	0
Queckſilber . .	0,31	3,22	4,600	+ 1,38
Leinöl . . .	0,9403	1,06	1,085	+ 0,02

Es iſt wahrſcheinlich, daß ſich das leitende Vermögen der Körper ſtets umgekehrt, wie ihr ſpecifiſcher Wärmeſtoff verhalte. Dieſes wird uns in Stand ſetzen, wenn man die Tabelle über den ſpecifiſchen Wärmeſtoff der Körper zu Rathe

the ziehet, einen ziemlich genauen Begriff von dem relativen leitenden Vermögen der Körper zu erlangen.

Zuſatz des Verfaſſers zu S.501. Z. 24.

Wilcke wurde durch folgende Schlußfolge auf ſeine Reſultate geleitet. Er berechnete zuerſt, was für eine Veränderung in der Temperatur ſtatt gefunden haben würde, wenn eine Menge Waſſer die mit dem Metall gleiches Gewicht, und gleiche Temperatur gehabt hätte, ſtatt des Metalls mit dem eiskalten Waſſer in Berührung gebracht worden wäre.

Es ſey nun M die Menge Waſſer von der Temperatur C; m eine andere Menge deren Temperatur c iſt; und die gemeinſchaftliche Temperatur nach der Miſchung x; ſo iſt einer von Richman bewieſenen Formel zufolge $x = \frac{MC + mc}{M + m}$. Im gegenwärtigen Falle ſind die Quanta des Waſſers gleich: demnach iſt jedes, ſowohl M als m = 1. C die Temperatur des eiskalten Waſſers = 32°; folglich $\frac{MC + mc}{M+m} = \frac{32 + c}{2}$. Nun iſt aber c die Temperatur des Metalls; wird zu dieſer 32 addirt, und was heraus kommt mit 2 getheilt, ſo erhält man zum Quotienten diejenige Zahl, welche der Temperatur der Miſchung gleich iſt, die ein dem des Metalls gleiches Gewicht Waſſer, das mit ihm von gleicher Temperatur iſt, und mit dem eiskalten Waſſer ſtatt des Metalls vermiſcht worden, haben wird.

Hierauf berechnete Wilcke, welche Temperatur die

Miſchung haben würde, wenn ſtatt des Metalls eine Menge Waſſer, die mit dieſem gleiches Volumen, und gleiche Temperatur gehabt hätte, mit dem eiskalten Waſſer vermiſcht worden wäre. Da das Gewicht des eiskalten Waſſers dem des Metalls gleich iſt, ſo verhalten ſich die Volumina umgekehrt, wie die ſpecifiſchen Gewichte. Das Volumen des eiskalten Waſſers verhält ſich demnach zu einer Menge heißen Waſſers, welche mit dem Metall gleiches Volumen hat, wie das ſpecifiſche Gewicht des Metalls zu dem des Waſſers. Es ſey

$M =$ dem Volumen des kalten Waſſers
m . . . heißen .
g . ſpecifi. Gewichte des Metalls
1 . . . . Waſſers;

ſo verhält ſich $m : M = 1 : g$ folglich $m = \frac{M}{g}$ und da $M = 1$ gemacht worden $m = \frac{1}{g}$. Subſtituirt man dieſen Werth von m in der Formel $\frac{MC + mc}{M + m} = x$, in welcher $M = 1$ und $C = 32$ iſt, ſo wird $x = \frac{32g + c}{g + 1}$. Wird demnach das ſpecifiſche Gewicht des Metalls mit 32 multiplicirt, und die Temperatur des Metalls zugezählt, was herauskommt aber durch das um 1 vermehrte ſpecifiſche Gewicht des Metalls dividirt, ſo wird der Quotient die Temperatur ausdrücken, zu welcher das eiskalte Waſſer dadurch erhoben werden wird, wenn man mit demſelben Waſſer von demſelben Volumen und derſelben Temperatur wie das Metall vermiſcht.

Nunmehr ſuchte er die Menge Waſſer welche erforderlich

geweſen ſeyn würde, das eiskalte Waſſer um dieſelbe Anzahl von Graden zu erheben, um die es durch das Metall erhoben worden war. Es ſey die Temperatur zu welcher das Metall das eiskalte Waſſer erhoben hatte $= N$, ſo wird, wenn in der Formel $x = \frac{MC + mc}{M + m}$; $x = N$, $M = 1$, $C = 32$ geſetzt wird $m = \frac{N - 32}{C - N}$. Wird demnach von der Temperatur bis zu welcher das eiskalte Waſſer durch das Metall erhoben worden, 32 abgezogen, von der Temperatur des Metalls diejenige, auf welche das Waſſer erhoben werden, hinweggenommen, und die erſte Differenz durch die zweite dividirt, ſo giebt der Quotient die Menge des Waſſers von derſelben Temperatur wie das Metall, welche das eiskalte Waſſer um eben ſo viel Grade wie das Metall erhoben haben würde.

Nun drückt $\frac{N - 32}{c - N}$ den ſpecifiſchen Wärmeſtoff des Metalls aus, unter Vorausſetzung daß der des Waſſers $= 1$ ſey: denn (indem man den kleinen Unterſchied, welcher durch die Verſchiedenheit der Temperatur hervorgebracht wird, außer Acht läßt) es verhält ſich das Gewicht und Volumen des eiskalten Waſſers, zu dem Gewichte und Volumen des heißen wie 1 zu $\frac{N - 32}{c - N}$, und die Zahl der Theilchen in jedem, ſtehen in demſelben Verhältniſſe. Das Metall hat aber mit dem eiskalten Waſſer gleiches Gewicht: es muß demnach eben ſo viel materielle Theilchen wie dieſes enthalten, es muß ſich alſo die Maſſe des Metalls zu der des heißen Waſſers wie 1 zu $\frac{N - 32}{c - N}$ verhalten. Aus beiden entwickelte ſich

aber dieſelbe Menge Wärmeſtoff, welche, wenn ſie gleichförmig durch alle Theilchen vertheilt wird, für jedes einzelne Theilchen eine Menge Wärmeſtoff angiebt, die ſich umgekehrt wie die Volumina des Metalls und Waſſers verhalten; das heiſt, der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers verhält ſich zu dem des Metalles wie 1 zu $\frac{N - 32}{c - N}$ *).

Es wird nicht unzweckmäßig ſeyn, ein oder zwei Beiſpiele von Wilckens Verſuchen, und den auf die oben beſchriebene Art darauf gegründeten Rechnungen zu geben.

Gold. Specifiſches Gewicht 19,040.

Zahl der Verſuche.	Temperatur des Metalls.	Temperatur, zu welcher Waſſer von 32° durch das Metall erhoben wurde.	Temperatur, auf die es von einer Menge Waſſer von derſelben Temperatur und demſelben Gewicht, wie das Metall, erhoben worden wäre.	Temperatur, auf welche es durch Waſſer von demſelben Volumen und Temperatur, wie das Metall, gebracht worden wäre.	Nenner des Bruches $\frac{N-32}{c-N} = \frac{1}{\frac{c-N}{N-32}}$ den Zähler gleich 1 geſetzt.
1	163,4°	28, 3°	97, 7°	38,555°	19,857
2	144,5	37, 4	88,25	37, 58	19,833
3	127,4	36, 5	79, 7	36, 68	20,500
4	118,4	36,05	75, 2	36, 15	20,333
5	103,1	35, 6	65,75	35, 42	18,750
6	5	34,45	63, 5	35, 06	19,000
				Mittelzahl	19,712.

*) Alle dieſe Formeln ſind abgeändert worden, um ſie mit Fahrenheits Thermometer in Uebereinſtimmung zu bringen. Sie ſind ungleich einfacher, wenn man die Grade, wie Wilcke gethan hat, nach dem Thermometer von Celſius angiebt. Bei dieſem ſtehet beim Froſtpunkte 0; folglich muß in der Formel ſtatt 32 ſtets 0 ſubſtituirt werden.

Blei. Specifiſches Gewicht 11,456.

Zahl der Verſuche.	Temperatur des Metalls.	Temperatur, zu welcher Waſſer von 32° durch das Metall erhoben wurde.	Temperatur, auf die es von Waſſer von derſelben Temperatur und demſelben Gewichte, wie das Metall, erhoben worden wäre.	Temperatur, auf welche es durch Waſſer von demſelben Volumen, wie das Metall, gebracht worden wäre.	Nenner des Bruches $\frac{1}{\frac{c-N}{N-32}}$
1	186,2°	38, 3°	109,4	44,425°	23,571
2	181,40	37,85	106,7	43,473	24,538
3	165,2	37, 4	98,6	42,692	23,666
4	163,4	37, 4	97,7	42,548	23,333
5	136,4	36, 5	84,2	40,344	22,200
6	131	36,05	81,5	39,947	24,700
7	126,5	36,05	79,25	39,585	22,333
8	107,6	35,15	69,8	38,339	23,000
9	94,1	34, 7	63,05	36,985	22,000
				Mittelzahl	23,515.

Es iſt wohl überflüſſig zu erinnern, daß die letzte Spalte den Nenner des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes des Metalles angiebt; unter der Vorausſetzung, daß der Zähler durchgängig, ſo wie auch der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers 1 ſey. Unter dieſer Vorausſetzung iſt der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Goldes $\frac{1}{19{,}712}$. Genau auf dieſelbe Art, und dadurch, daß Wilcke eine Mittelzahl aus mehreren Verſuchen nahm, fand er den ſpecifiſchen Wärmeſtoff vieler andern Körper.

Ende des Zuſatzes.

II. Von der abſoluten Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern.

Man ſieht demnach, daß die relative Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern ſelbſt dann, wenn ſie mit dem Thermometer geprüft, dieſelbe Temperatur anzeigen ſehr verſchieden ſey. Es iſt mithin einleuchtend, daß das Thermometer nicht vermögend ſey, die Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmeſtoffes anzugeben; indem, des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes nicht zu erwähnen, die Gegenwart desjenigen Wärmeſtoffes, welcher das Flüſſigſeyn verurſacht, dadurch nicht bemerkbar gemacht wird. So enthält der Waſſerdampf bei der Temperatur von 212°, 1000° Wärmeſtoff mehr, als tropfbar flüſſiges Waſſer, deſſen Temperatur 212°, und deſſenungeachtet iſt die Temperatur beider, dieſelbe. Giebt es ein Verfahren die abſolute Menge des in den Körpern befindlichen Wärmeſtoffes zu beſtimmen? auf welchen Grad würde ein Thermometer ſtehen (vorausgeſetzt daß ein Thermometer ſo niedrige Grade angeben könnte) wenn der Körper welchem daſſelbe genähert wird, alles Wärmeſtoffes beraubt würde? oder welcher Grad des Thermometers kommt mit der wirklichen Null überein.

Hypotheſe von Dr. Irwine.

Der erſte, welcher ſeitdem Menſchen ſich ernſthaft mit dieſem Gegenſtande beſchäftigten, es für etwas Mögliches hielt, dieſe Frage zu beantworten, war Dr. Irwine von Glasgow. Er erſann eine Theorie um die abſolute Null zu finden, die, ich weiß nicht aus was für Gründen von mehreren Schriftſtellern, Kirwan zugeſchrieben worden iſt.

1. Es iſt einleuchtend, daß wenn der ſpecifiſche Wärmeſtoff der Körper bei allen Temperaturen derſelbe bleibt, die

abſolute Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern, mit dem ſpecifiſchen Wärmeſtoffe derſelben im Verhältniß werde ſtehen müſſen. Beträgt z. B. der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Queckſilbers nur ein Drittheil von dem des Waſſers, ſo muß Waſſer dreimal ſo viel Wärmeſtoff als Queckſilber von derſelben Temperatur enthalten. Man denke ſich nun beide Körper alles Wärmeſtoffs beraubt, und ihnen ein Thermometer genähert, deſſen Nullpunkt die abſolute Kälte, oder die gänzliche Beraubung der Wärme angiebt. Um die Temperatur des Waſſers und Queckſilbers um einen Grad zu erheben, muß beiden eine gewiſſe Menge Wärmeſtoff zugeführt werden, und es wird dreimal ſo viel Wärmeſtoff nöthig ſeyn, um bei dem Waſſer, als um bei dem Queckſilber dieſe Wirkung hervorzubringen. Um eine Erhöhung der Temperatur von zwei Graden zu bewirken, wird dieſelbe Regel beobachtet werden müſſen, ſo für drei, vier Grad, überhaupt für jede Anzahl von Graden. Kurz es wird in allen Fällen, das Waſſer dreimal ſoviel Wärmeſtoff enthalten, als das Queckſilber.

2. Dieſe Vorausſetzung, daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff bei allen Temperaturen derſelbe bleibt, war der Punkt von welchem Irwine bei ſeinen Schlüſſen ausging. Er hatte gefunden, daß wenn ein Körper aufhört feſt zu ſeyn, und tropfbar flüſſig wird, ſein ſpecifiſcher Wärmeſtoff zu gleicher Zeit zunehme; und daß dieſelbe Zunahme ſtatt finde, wenn ein tropfbar flüſſiger Körper in einen elaſtiſch flüſſigen verwandelt wird. Das beſtändige Verhältniß des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes in den Körpern war nur in ſofern richtig, ſo lange ſie in demſelben Zuſtande verharrten. Er ſetzte gleichfalls voraus, daß wenn ein feſter Körper in einen tropfbar flüſſigen verwandelt werde, die Abſorbtion des Wärmeſtoffes

durch welchen keine Zunahme der Temperatur hervorgebracht wird, oder die verborgene Wärme, eine bloße Folge von der Zunahme des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes in den Körpern ſey. So, wenn Eis in Waſſer verwandelt wird, werden darum 140° Wärmeſtoff abſorbirt, weil der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers um ſoviel größer als der des Eiſes iſt, daß 140° Wärmeſtoff hinzukommen müſſen, wenn er dieſelbe Temperatur behaupten will, welche er hatte, da ſein ſpecifiſcher Wärmeſtoff geringer war. Dieſelbe Vorausſetzung gab ihm einen Erklärungsgrund für die Abſorbtion des Wärmeſtoffes ab, wenn tropfbare Flüſſigkeiten in elaſtiſche verwandelt werden.

3. Dr. Irwine's Theorie von dem abſoluten Wärmeſtoffe hing von dieſen zwei Vorausſetzungen ab, welche er als Grundſätze betrachtete. Die erſte gab ihm das Verhältniß des abſorbirten Wärmeſtoffes der Körper; die zweite, den Unterſchied zwiſchen zwei abſoluten Mengen Wärmeſtoff. Bei dieſen Datis war es leicht, die abſolute Menge Wärmeſtoff in jedem Körper zu berechnen. Es verhalte ſich z. B. die ſpecifiſche Menge Wärmeſtoff des Waſſers zu dem des Eiſes wie 10 zu 9, und es ſey, wenn das Eis in Waſſer verwandelt wird, die Menge des abſorbirten Wärmeſtoffes 140°. Nennt man nun die abſolute Menge Wärmeſtoff im Eiſe bei der Temperatur von 32° x; ſo iſt es klar, daß die abſolute Menge des Wärmeſtoffes in Waſſer von 32° $= x + 140°$ ſeyn müſſe. Wir haben alſo die abſolute Menge Wärmeſtoff im Eiſe $= x$, die des Waſſers $= x + 140°$. Dieſe Mengen verhalten ſich aber zu einander wie 10 zu 9. Man hat demnach das Verhältniß $10 : 9 = x + 140 : x$. Multiplicirt man die mittelſten und äußerſten Glieder mit einander,

und ſetzt man die Produkte ſich gleich, ſo erhält man folgende Gleichung:

$$10\,x = 9\,x + 1260.$$

Hieraus wird $x = 1260$ gefunden: die abſolute Menge Wärmeſtoff beträgt demnach im Eiſe bei einer Temperatur von 32° 1260°; dem gemäß enthält Waſſer von derſelben Temperatur 1400° Wärmeſtoff.

Prüfung dieſer Methode.

Dieſes war das ſcharfſinnige von Irwine befolgte Verfahren, um die wirkliche Null oder denjenigen Punkt zu finden, wo ein Thermometer ſtehen würde, wenn man es einem alles Wärmeſtoffs beraubten Körper näherte. Der eben angeführten Rechnung zufolge würde dieſer Punkt beim Eiſe 1260° unter 32° der Fahrenheitſchen Skale, oder 1228° unter Fahrenheits 0 liegen. Crawford hingegen, der dieſen Verſuch mit andern Körpern angeſtellt hat, ſetzt die wirkliche Null 1500° unter Fahrenheits 0.

Und Darlegung ihrer Unzulänglichkeit.

4. Unglücklicher Weiſe iſt die Wahrheit derjenigen Grundſätze, auf welche Irvine ſeine Theorie gründet, keinesweges erwieſen. Der erſte Satz, daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff der Körper bei allen Temperaturen derſelbe ſey, iſt keinesweges durch Verſuche dargethan worden; ja Irvine ſelbſt hat gezeigt, daß das Gegentheil hiervon beim Wallrathe und Wachſe ſtatt finde. Selbſt dann aber, wenn es ſo lange die Körper in demſelben Zuſtande verharren, bei allen Temperaturen der Fall wäre, ſo kann man doch nicht, da jede Veränderung im Zuſtande offenbar mit einer korreſpondirenden Veränderung des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes vergeſellſchaftet iſt, mit Grunde behaupten, daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff ſtets mit dem abſoluten im

Verhältniſſe ſtehe. Daraus z. B., daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Eiſes ſich zu dem des Waſſers wie 9 zu 10 verhält, folgt noch nicht, daß ihre abſoluten Quanta Wärmeſtoff daſſelbe Verhältniß haben; auch kann kein Grund angegeben werden, der zu der Annahme berechtigte, daß dieſes Verhältniß beſtändig ſeyn müſſe.

5. Der zweite Satz, daß nemlich der von den Körpern abſorbirte Wärmeſtoff bei Veränderung ihres Zuſtandes, ſtets von der Veränderung des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes derſelben herrühre, wird gleichfalls nicht durch Erfahrung beſtätigt; ja die Erfahrung iſt demſelben ſogar entgegen. Soll der Ausdruck, ſpecifiſcher Wärmeſtoff der Körper überhaupt Sinn haben, ſo kann dadurch nichts anders verſtanden werden, als daß dieſelbe Menge Wärmeſtoff die Temperatur des einen Körpers um eine größere Anzahl von Graden erhöhet, als die eines andern.

Es ſey z. B. der ſpecifiſche Wärmeſtoff von A = 6 und von B = 1, ſo kann man dadurch doch nichts anders ſagen wollen, als daß dieſelbe Menge Wärmeſtoff welche die Temperatur von B um 6° erhöhet, die von A nur um 1° erhöhen werde; oder daß dasjenige Quantum Wärmeſtoff welches die Temperatur von B um 60° oder 600°, vermehren werde, die von A nur um 10° oder 100° erheben werde. Wenn geſagt wird, der ſpecifiſche Wärmeſtoff des Waſſers ſey 10, der des Eiſes 9, ſo kann dieſes nur ſo genommen werden; daß diejenige Menge Wärmeſtoff, welche das Eis um 10° oder 100° erhebt, die des Waſſers nur um 9° oder 90° erhöhen werde. Während des Ueberganges des Eiſes in den Zuſtand eines flüſſigen Körpers, verbinden ſich aber 140° damit, durch welche die Temperatur nicht erhöhet wird,

eine Menge die um 126° größer iſt, als wofür durch den Unterſchied des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes Grund angegeben werden kann. Die Menge, welche verſchwindet, ſtehet demnach nicht mit dem Unterſchiede des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes im Verhältniß, mithin kann keine Theorie, welche auf dieſer Vorausſetzung beruhet, als gehörig begründet angeſehen werden. Wird Waſſer in Waſſerdampf verwandelt, ſo verſchwinden 1000° Wärmeſtoff: und es verhält ſich doch nach Crawford's eignen Verſuchen die ſpecifiſche Menge des Wärmeſtoffes im Waſſerdampfe, zu der des Waſſers nur wie 155 zu 100; ſo daß nicht weniger als 483 Grad verſchwinden, von denen man dieſer Theorie nach, keine Rechenſchaft geben kann.

Da beide Meinungen auf welche Irvine ſeine Theorie gründet, nicht haltbar ſind, ſo muß ſie als von der Erfahrung nicht unterſtützt, aufgegeben werden. Daher rührt es auch, daß wenn man die in verſchiedenen Verſuchen erhaltenen Reſultate mit einander vergleicht, daß nicht die mindeſte Uebereinſtimmung zwiſchen denſelben angetroffen wird. Hat die wirkliche Null irgend eine Bedeutung, ſo muß dadurch der Grad verſtanden werden, auf welchen das Thermometer, (vorausgeſetzt, daß man ſich deſſelben unter dieſen Umſtänden bedienen könnte) wenn es einem Körper welcher keinen Wärmeſtoff enthält, genähert wird, ſinken würde. Es muß folglich einen beſtimmten Punkt geben; und wäre das Theorem welches ſo eben unterſucht wird, gehörig begründet, ſo würden, wenn die Verſuche mit jeder der verſchiedenen Subſtanzen, mit Genauigkeit angeſtellt würden, alle zu denſelben Reſultaten führen. Wir wollen unterſuchen, ob dieſes der Fall ſey.

Aus Dr. Crawford's Verſuchen, folgt wie wir geſehen haben, daß ſich die wirkliche Null, 1500° unter 0 befinde.

Kirwan ſetzte, indem er den ſpecifiſchen Wärmeſtoff des Waſſers mit dem des Eiſes verglich, die wirkliche Null 1318° unter Null.

Aus den Verſuchen von Laplace und Lavoiſier mit einer Miſchung aus Waſſer und Kalk in dem Verhältniß wie 9 zu 16 folgt, daß die wirkliche Null 3426 unter Null liege.

Nach den Verſuchen mit einer Miſchung aus vier Theilen Schwefelſäure und 3 Theilen Waſſer glaubten ſie die wirkliche Null 7260° unter 0 ſetzen zu müſſen.

Der Verſuch mit einer Miſchung ans 4 Theilen Schwefelſäure und 5 Theilen Waſſer gab die wirkliche Null 2598 unter 0.

Ihre Verſuche mit $9\frac{1}{3}$ Theile Salpeterſäure und einem Theile Kalkerde gaben ihnen dieſen Punkt $\frac{1899}{-0{,}01783}$ unter $32° = + 23837$ *).

Dieſe Reſultate weichen ſo ausnehmend von einander ab, und das letzte derſelben, welches die wirkliche Null weit über die Rothglühhitze ſetzt, iſt ſo ungereimt, daß es allein hinreicht, die Data, auf welchen dieſelben beruhen, für falſch zu erklären.

Dalton's Hypotheſe.

6. Eine andre Art, die abſolute Menge Wärmeſtoff zu beſtimmen, iſt kürzlich von Dalton angegeben worden **). Er ſetzt voraus, daß die abſtoßende

---

*) Seguin Ann. de Chim. V, 213. Die Rechnung giebt übrigens nicht 23837°, ſondern 105943°. Anm. d. Ueb.

**) Manchester Memoirs V.

Kraft, welche unter den Theilen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten ſtatt findet, von dem Wärmeſtoffe herrühre, mit welchem dieſe Theilchen verbunden ſind, und daß ſie ſtets mit der abſoluten Menge des ſo damit verbundenen Wärmeſtoffes im Verhältniß ſtehe. Nun iſt aber der Durchmeſſer der Sphäre, über welche ſich der Einfluß eines Theilchens erſtreckt, das Maaß der abſtoßenden Kraft, und ſtehet mit der Kubikwurzel der ganzen Maſſe im Verhältniß. Die Repulſion, welche die Theilchen einer elaſtiſchen Flüſſigkeit bei verſchiedenen Temperaturen ausüben, ſtehet mit der Kubikwurzel aus dem Volumen der Flüſſigkeit bei dieſer Temperatur im Verhältniß. Dieſer Hypotheſe gemäß wird ſich die abſolute Menge des Wärmeſtoffes in elaſtiſchen Flüſſigkeiten bei verſchiedenen Temperaturen wie die Kubikwurzel aus ihrem körperlichen Inhalte bei dieſer Temperatur verhalten. Um hiervon ein Beiſpiel zu geben, ſey das Volumen der Luft bei 55° = 1000; ſein Volumen bei 212° = 1325: ſo wird ſich die abſolute Menge des Wärmeſtoffes der Luft bei 55°, zu der bei 212° verhalten, wie $\sqrt[3]{1000}$ zu $\sqrt[3]{1325}$; oder beinahe wie 10 zu 11.

Es ſey nun die Menge des abſoluten Wärmeſtoffes der Luft bei der Temperatur von 55° = x; ſo iſt die abſolute Menge des Wärmeſtoffes der Luft bei 212° = x + 157. Dieſes giebt uns folgendes Verhältniß: $10 : 11 = x : x + 157$; folglich $11\,x = 10\,x + 1570$ und $x = 1570$. Man erhält demnach 1570° für die Menge des abſoluten Wärmeſtoffes der Luft bei der Temperatur von 55°. Zieht man dieſe 55° ab, ſo bleiben 1515° unter 0 für den Ort der wirklichen Null übrig *).

*) Mancheſter Memoirs V, 601.

Dieſes iſt die Hypotheſe von Dalton, und das von ihm erhaltene Reſultat ſtimmt ziemlich gut mit den Folgerungen, welche Crawford aus einigen ſeiner Verſuche gezogen hat. Macht man aber davon eine Anwendung auf andere Temperaturen, ſo findet, wie ein anonymer Schriftſteller in dem Journal von Nicholſon gezeigt hat *), keine ſolche Uebereinſtimmung ſtatt. Aus den dort angeführten Beiſpielen erſieht man, daß, je höher die Temperatur iſt, bei welcher die Vergleichung angeſtellt wurde, um ſo niedriger ſey der Punkt der wirklichen Null. Dalton hat es aber wahrſcheinlich zu machen geſucht, daß dieſes davon herrühre, weil das Thermometer kein genauer Maaßſtab der Temperatur ſey **); denn wenn die Angabe der Temperatur nach Deluc's Verſuchen verbeſſert wird, ſo fällt die Anomalie in einem der angeführten Fälle hinweg.

Iſt unzureichend. Die Hypotheſe von Dalton beruhet auf einer Vorausſetzung, welche ungeachtet ſie nicht bewieſen werden kann, dennoch bis zu einer gewiſſen Ausdehnung ausnehmend wahrſcheinlich iſt. Rührt nemlich bei elaſtiſchen Flüſſigkeiten ihre eigenthümliche Flüſſigkeit von der Wärme her, und ſtehet die Zunahme ihrer Elaſticitat mit der Zunahme ihrer Wärme im Verhältniß, ſo kann ſchwerlich geleugnet werden, daß die Repulſion zwiſchen den Theilchen dieſer Subſtanzen, mit der Menge des mit ihnen chemiſch verbundenen Wärmeſtoffes (caloric combined with them) im Verhältniß ſtehe; jedoch nicht mit der ganzen Menge des in ihnen enthaltenen Wärmeſtoffes, ſondern nur

*) Nicholson's Journal 1803. Vol. 225.

**) Ibid. V, 34.

desjenigen, welcher ihre Elaſticität bewirkt und verſtärkt. Es wird jetzt allgemein angenommen, daß die Entziehung des Wärmeſtoffes elaſtiſche Flüſſigkeiten in tropfbarflüſſige, ja ſogar in feſte Körper verwandeln könne. Dalton ſelbſt iſt ein Vertheidiger dieſer Meinung, die bei dem jetzigen Zuſtande unſrer Kenntniſſe, kaum einen Zweifel zuläßt. Allein die Theilchen der tropfbar flüſſigen und feſten Körper ſtoßen einander nicht ab, ſondern beſitzen eine entgegengeſetzte Eigenſchaft, indem ſie einander anziehen, und doch enthalten ſie offenbar alle einen beträchtlichen Antheil Wärmeſtoff.

Verwandelt man demnach elaſtiſche Flüſſigkeiten dadurch in tropfbarflüſſige, daß man ihnen Wärmeſtoff entziehet, ſo würde man den Theilchen derſelben, die Repulſions-Kraft welche ſie ausüben, entziehen, und dennoch einen beträchtlichen Antheil Wärmeſtoff mit ihnen verbunden zurücklaſſen. Es iſt demnach nicht die ganze Menge des Wärmeſtoffes die mit den Theilchen der elaſtiſchen Flüſſigkeit verbunden iſt, welche als der Grund der Repulſions-Kraft derſelben angeſehen werden muß, ſondern nur ein Theil derſelben. Nun wird man aber doch wohl nicht ſagen können, daß die Repulſions-Kraft der Theilchen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten mit dem Wärmeſtoff, welcher bei der Hervorbringung derſelben nicht thätig iſt, und der, wenn auch die Repulſions-Kraft vernichtet worden, mit dem Körper verbunden bleibt, herrühren könne. Sie kann nur demjenigen Antheil Wärmeſtoff proportional ſeyn, welcher bei Hervorbringung der Repulſions-Kraft wirklich thätig iſt.

Dalton's Hypotheſe ſetzt uns demnach nur in Stand, diejenige Menge des Wärmeſtoffes zu finden, welche den elaſtiſchen Zuſtand der dem Verſuche unterworfenen Körper her-

vorbringt, keinesweges aber die ganze in ihnen enthaltene Menge deſſelben; es ſey denn, daß man annehme, ſie beharrten fortdauernd ſo lange in dem Zuſtande elaſtiſcher Flüſſigkeiten, bis ihnen aller Wärmeſtoff, das letzte Theilchen ausgenommen, entzogen worden wäre; dieſes iſt aber eine Vorausſetzung, welche ganz und gar nicht zuläſſig iſt.

Auch dient Dalton's Hypotheſe keinesweges dazu, uns einen beſtimmten Begriff von dem Wärmeſtoff der elaſtiſchen Flüſſigkeiten zu geben, es ſey denn, daß man den ſpecifiſchen Wärmeſtoff derjenigen Körper, welche den Vorwurf der Unterſuchung ausmachen, beſtimme; und nachdem dieſes geſchehen iſt, dasjenige Quantum Wärme, welches den Zuſtand des Flüſſigſeyns hervorbringt, auf ein beſtimmtes Normalmaaß (standard) z. B. auf die Anzahl von Graden zurückführen, um welche es die Temperatur des Waſſers erhöhen würde, vorausgeſetzt, daß dieſes ſeinen Zuſtand nicht verändere. Dieſes iſt in der That in allen den Fällen unumgänglich nöthig, in welchen abſolut von der wirklichen Null die Rede iſt. Denn da eine größere Menge Wärmeſtoff dazu erforderlich iſt, um die Temperatur des einen Körpers um eine beſtimmte Anzahl von Graden zu erheben, als die eines andern; ſo wird, vorausgeſetzt daß beide Körper, nachdem ſie alles Wärmeſtoffs beraubt worden, zu derſelben Temperatur erhoben werden ſollten; die Anzahl von Graden, welche das Thermometer für die Temperatur beider angiebt, dieſelbe ſeyn; allein die abſolute Menge Wärmeſtoff, welche beiden zugeführt werden müßte, würde ſehr verſchieden ausfallen. Der Ausdruck wirkliche Null kann keinen Sinn haben, inſofern dadurch die Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmeſtoffes angegeben werden ſoll, es ſey denn, daß man

es

es auf einen beſtimmten Körper, z. B. Waſſer beziehet, und dieſen als Normalmaaß annimmt.

Man ſieht hieraus, daß keine der bisher verſuchten Verfahrungsarten hinreichend ſey, die abſolute Menge des Wärmeſtoffes in den Körpern zu beſtimmen. Zu gleicher Zeit bin ich bei dem bekannten Scharfſinne und der Genauigkeit von Dalton überzeugt, daß er bei fernerer Verfolgung dieſes Gegenſtandes mehrere ſcharfſinnige und wichtige Bemerkungen zu machen Gelegenheit haben werde *).

III. Von der Kälte.

Nachdem ich die Verfahrungsarten angegeben, um die relative Menge des Wärmeſtoffes in Körpern von derſelben Temperatur zu beſtimmen, und die verſchiedenen Hypotheſen, über den abſoluten Wärmeſtoff derſelben, angezeigt habe, ſo bleibt mir nur noch übrig einige wenige Bemerkungen über die Entziehung des Wärmeſtoffes, oder über das, was im gemeinen Leben Kälte genannt wird, zu machen.

Erklärung der Empfindung der Wärme und Kälte.

Wenn ſich der Wärmeſtoff mit unſerem Körper verbindet, oder demſelben entzogen wird, ſo empfinden wir im erſten Falle Wärme, im anderen Kälte. Legt man die Hand auf ein heißes Eiſen, ſo verläßt ein Theil des Wärmeſtoffes das Eiſen, und dringt in die Hand ein, dieß verurſacht die Empfindung der Wärme. Wenn man auf der anderen Seite die Hand auf ein Stück

*) Dalton würde ſich gegen mehrere der ihm vom Verfaſſer gemachten Einwürfe vertheidigen laſſen; am füglichſten wird dieſes im dritten Bande, wo von der Repulſionskraft gehandelt wird, geſchehen können. Anm. d. Ueberſ.

Eis legt, ſo verläßt der Wärmeſtoff ſchnell die Hand, und verbindet ſich mit dem Eiſe, dieß verurſacht die Empfindung der Kälte. Die Empfindung der Wärme wird durch Wärmeſtoff veranlaßt, der in unſeren Körper eindringt, die Empfindung der Kälte durch Wärmeſtoff, der aus unſerem Körper herausgeht. Wir ſagen, ein Körper ſey warm, wenn er Wärmeſtoff den ihn umgebenden Körpern mittheilt; wir nennen ihn kalt, wenn er anderen Körpern Wärmeſtoff entzieht. Die Intenſität der Empfindungen der Kälte und Wärme hängt von der Schnelligkeit ab, mit welcher der Wärmeſtoff in unſeren Körper eindringt, oder denſelben verläßt, und dieſe Schnelligkeit ſteht mit dem Unterſchiede der Temperatur zwiſchen unſerem Körper, der heißen oder kalten Subſtanz, und der leitenden Kraft der letzteren im Verhältniſſe. Je höher die Temperatur eines Körpers iſt, um ſo lebhafter iſt die Empfindung der Wärme, welche er hervorbringt; je niedriger die Temperatur iſt, um ſo ſtärker iſt die Empfindung der Kälte: und wenn die Temperatur dieſelbe iſt, ſo hängen die Empfindungen von der leitenden Kraft der Subſtanz ab.

Was demnach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche zufolge Kälte genannt wird, iſt nichts weiter, als die Abweſenheit des gewöhnlichen Antheils Wärmeſtoff. Wenn man von einer Subſtauz ſagt, ſie ſey kalt, ſo verſteht man darunter, daß ſie weniger Wärmeſtoff als gewöhnlich enthalte, oder daß ihre Temperatur niedriger ſey, als die unſeres Körpers.

Einige ſchreiben die Kälte kalt machenden Theilchen zu.

Es hat deſſen ungeachtet Naturforſcher gegeben, die behaupteten, daß die Kälte, nicht blos durch Entziehung des Wärmeſtoffes, ſon-

dern durch den Zuſatz eines poſitiven Etwas, oder eines beſtimmten Körpers, der eigenthümliche Eigenſchaften beſitze, hervorgebracht werde. Dieß behaupteten Muſchenbrök und Mairan, und es ſcheint überhaupt die herrſchende Meinung der Naturforſcher, die vor dem achtzehnten Jahrhunderte lebten, geweſen zu ſeyn. Nach ihnen iſt die Kälte eine Subſtanz von ſalziger Beſchaffenheit, die ſehr viel Aehnlichkeit mit dem Salpeter hat, beſtändig in der Luft umher getrieben wird, dieſen Theilchen geben ſie den Namen der kaltmachenden Theilchen.

Das Daſeyn derſelben wird widerlegt.

Sie wurden zur Annahme dieſer Hypotheſe veranlaßt, weil ſie das Gefrieren des Waſſers auf keine Art erklären konnten. Nach ihnen drangen die kaltmachenden Theilchen wie Keile zwiſchen die Theilchen des Waſſers, hoben die Beweglichkeit derſelben auf, und verwandelten ſo das Waſſer in Eis. Da Black die wahre Urſache vom Gefrieren des Waſſers entdeckte, ſo verbannte er dadurch die kaltmachenden Theilchen gänzlich aus der Naturlehre; da überdieß die Vertheidiger derſelben keinen anderen Beweis für ihr Daſeyn anführen konnten, als daß ſich mit Hülfe derſelben manche Erſcheinungen bequem erklären ließen, von denen ſich aber ohne Beihülfe derſelben eine vollkommene Erklärung geben läßt; ſo fiel jeder Grund, ihr Daſeyn anzunehmen, hinweg.

Die einzige Thatſache, welche eine ſcheinbare Unterſtützung der Meinung, daß die Kälte eine Subſtanz ſey, liefert, iſt in folgendem ſehr ſinnreichen Verſuche von Pictet enthalten *).

*) Dieſer Verſuch, wenigſtens ein ähnlicher, wurde vor lan-

Scheinbares Zurückſtrahlen der Kälte.

Es wurden zwei zinnerne Hohlſpiegel $10\frac{1}{2}$ Fuß, von einander geſtellt, in den Brennpunkt des einen brachte man ein ſehr empfindliches Luft-Thermometer und in den Brennpunkt des andern eine mit Schnee angefüllte gläſerne Retorte. Das Thermometer fiel mehrere Grade, ſtieg aber wieder, wenn der Schnee hinweggenommen wurde. Wurde Salpeterſäure auf den Schnee gegoſſen, (wodurch die Kälte vermehrt wird) ſo ſank das Thermometer 5° bis 6° niedriger. Hier ſcheint es, als wenn die Kälte von dem Schnee ausgeſtrahlt, und von den Spiegeln auf das Thermometer zurückgeworfen worden wäre, welches, wofern die Kälte keine Subſtanz wäre, der Fall nicht hätte ſeyn können. Dieſer Verſuch iſt gewiß äußerſt intereſſant, und verdient eine genauere Unterſuchung, als man bis jetzt angeſtellt hat. Um ihn zu erklären, muß man ſich erinnern, daß der Wärmeſtoff beſtändig aus allen Körpern ausſtrahlt. Nun iſt es einleuchtend,

---

ger Zeit von der Akademie del Cimento angeſtellt. Der neunte Verſuch von der zurückgeworfenen Kälte wird ſo erzählt: „Wir wollten verſuchen, ob ein Hohlſpiegel, der vor eine 500 Pfund ſchwere Eismaſſe geſtellt wurde, auf ein ſehr empfindliches Thermometer von 400°, das in ſeinem Brennpunkte befindlich war, ein merkliches Zurückwerfen der Kälte verurſachen würde. Wir fanden, daß es augenblicklich zu fallen anfing, wegen der Nähe des Eiſes blieb es aber zweifelhaft, ob die direkten oder zurückgeworfenen Strahlen der Kälte die wirkſameren wären. Um uns hiervon zu überzeugen, bedeckten wir das Glas, und (was auch die Urſache geweſen ſeyn mag) der Weingeiſt fing augenblicklich zu ſteigen an. Deſſenungeachtet wollen wir nicht beſtimmt behaupten, daß außer dem Mangel der Zurückſtrahlung vom Glaſe nicht noch eine andere Urſache vorhanden geweſen ſeyn könne, indem wir nicht alle die Verſuche anſtellen konnten, um dieſen Gegenſtand völlig aufzuklären.„

daß die Temperatur des Thermometers wie die aller anderen Körper zum Theil durch das Einſtrahlen des Wärmeſtoffes aus den umgebenden Subſtanzen unterhalten wird. Es muß demnach, da es in dem Brennpunkte des einen Spiegels befindlich iſt, durch jeden Körper, der in den Brennpunkt des anderen geſtellt wird, afficirt werden. Iſt dieſer Körper kälter, als die umgebenden, ſo wird eine geringere Menge Wärmeſtoff von ihm ausgeſtrahlt und auf ihn geworfen werden; folglich wird das Thermometer ſinken, bis der Mangel aus einer anderen Quelle erſetzt wird. Dieß iſt ungefähr die Erklärung, die Prevoſt und Hutton von dieſer ſonderbaren Thatſache gegeben haben; es kann aber nicht geläugnet werden, daß, ſo ſcharfſinnig dieſe Erklärung auch iſt, ſie dennoch nicht gänzlich befriedigt.

Man kann dadurch einen ſehr hohen Grad von Kälte hervorbringen, wenn man verſchiedene feſte Subſtanzen, welche ſchnell flüſſig werden, mit einander vermiſcht. Die Urſache von dieſer Erſcheinung iſt im Vorhergehenden erklärt worden. Da aber ſolche Miſchungen häufig in der Chemie angewendet werden, um Körper der Einwirkung einer niederen Temperatur auszuſetzen, ſo wird es nicht überflüſſig ſeyn, die verſchiedenen Subſtanzen, welche man zu dieſem Zwecke anwenden kann, ſowie den Grad der Kälte, welchen jede derſelben hervorzubringen vermögend iſt, anzuführen.

Von Kälte erregenden Miſchungen.

Der erſte, welcher Verſuche mit Kälte erregenden Miſchungen anſtellte, war Fahrenheit. Dieſer Gegenſtand wurde aber weit ausführlicher von Walker in einer Abhandlung, die in den philoſophiſchen Transaktionen vom Jahre 1795 enthalten iſt, unterſucht. In der Folge hat Lowitz mehrere intereſſante Zuſätze zu dieſem Gegen=

ſtande gemacht. Er ſchlug vor, ſich zu dieſen Miſchungen der ſalzſauren Kalkerde zu bedienen, die, wenn ſie mit Schnee vermiſcht wird, einen ſehr hohen Grad von Kälte hervorbringt *). Die Verſuche von Lowitz ſind kürzlich von Walker wiederhohlt und erweitert worden. Die Reſultate dieſer Verſuche enthält nachſtehende Tabelle:

Tabelle
von Kälte erregenden Miſchungen.

Miſchungen.			Das Thermometer ſinkt.
Salzſaures Ammonium	5	Theile	Von 50° auf 10°
Salpeter	5	=	
Waſſer	16	=	
Salzſaures Ammonium	5	=	Von 50° auf 4°
Salpeter	5	=	
Schwefelſaures Natrum	8	=	
Waſſer	16	=	
Salpeterſaures Ammonium	1	=	Von 50° auf 4°
Waſſer	1	=	
Salpeterſaures Ammonium	1	=	Von 50° auf 7°
Kohlenſaures Natrum .	1	=	
Waſſer	1	=	
Schwefelſaures Natrum	3	=	Von 50° auf 3°
Verdünnte Salpeterſäure	2	=	

*) Ann. de Chim. XXII, 297. et XXIX, 281.

**) Phil. Trans. 1801, pag. 120.

Fortſetzung der Tabelle von den Kälte erregenden Miſchungen.

Miſchungen.			Das Thermometer ſinkt.
Schwefelſaures Natrum .	6	Theile	Von 50° auf 10°
Salzſaures Ammonium .	4	=	
Salpeter . . .	2	=	
Verdünnte Salpeterſäure .	4	=	
Schwefelſaures Natrum .	6	=	Von 50° auf 14°
Salpeterſaures Ammonium	5	=	
Verdünnte Salpeterſäure .	4	=	
Phosphorſaures Natrum .	9	=	Von 50° auf 12°
Verdünnte Salpeterſäure	4	=	
Phosphorſaures Natrum .	9	=	Von 50° auf 21°
Salpeterſaures Ammonium	6	=	
Verdünnte Salpeterſäure .	4	=	
Schwefelſaures Natrum .	8	=	Von 50° auf 0°
Salzſäure . . .	5	=	
Schwefelſaures Natrum .	5	=	Von 50° auf 3°
Verdünnte Schwefelſäure	4	=	
Schnee . . .	1	=	Von 32° auf 0°
Kochſalz . . .	1	=	
Salzſaure Kalkerde . .	3	=	Von 32° auf — 50°
Schnee	2	=	
Kali	4	=	Von 32° auf — 51°
Schnee	3	=	
Schnee	1	=	Von 20° auf — 60°
Verdünnte Schwefelſäure .	1	=	
Schnee oder geſtoßenes Eis	2	=	Von 0° auf — 5°
Kochſalz . . .	1	=	

Fortſetzung der Tabelle von den Kälte erregenden Miſchungen.

Miſchungen.		Das Thermometer fällt.
Schnee und verdünnte Salpeterſäure		Von 0° auf — 46°
Salzſaure Kalkerde . . .	2 Theile	Von 0° auf — 66°
Schnee	1 =	
Schnee oder geſtoßenes Eis	1 =	Von — 5° auf — 18°
Kochſalz . . .	5 =	
Salzſaures Ammonium und Salpeter . .	5 =	
Schnee . . .	2 =	Von — 10° auf — 56°
Verdünnte Schwefelſäure	1 =	
Verdünnte Salpeterſäure	1 =	
Schnee oder geſtoßnes Eis	12 =	Von — 18° auf — 25°
Kochſalz . . .	5 =	
Salpeterſaures Ammonium	5 =	
Salzſaure Kalkerde .	3 =	Von — 40° auf — 73°
Schnee . . .	1 =	
Verdünnte Schwefelſäure	10 =	Von — 68° auf — 91.
Schnee . . .	8 =	

Will man dieſe Wirkungen hervorbringen, ſo müſſen die Salze friſch kryſtalliſirt, und kurz vorher zu einem feinen Pulver zerrieben worden ſeyn. Die Gefäße, in welchen die kaltmachende Miſchung gemacht wird, müſſen ſehr dünne ſeyn, und nur ſoviel Raum enthalten, als erforderlich iſt, um die Miſchung zu faſſen. Man muß die Materialien ſo ſchnell als möglich mit einander vermiſchen. Diejenigen Materialien, mit welchen man einen ſehr hohen Grad der Kälte hervorbringen will, müſſen erſt dadurch, daß man ſie in eine andere kaltmachende Miſchung ſetzt, den Grad der Kälte er-

halten, welcher in der Tabelle angemerkt iſt; dann erſt bringen ſie beim Vermiſchen die verlangte Temperatur hervor. Wollte man z. B. eine Kälte von — 46° erzeugen, ſo muß der Schnee und die verdünnte Salpeterſäure, ehe man ſie vermiſcht, erſt dadurch, daß man die Gefäße in welchen ſie enthalten ſind, in die zwölfte kaltmachende Miſchung der oben ſtehenden Tabelle eintaucht, auf die Temperatur 0 zurückgebracht werden. Wollte man einen noch größeren Grad von Kälte hervorbringen, ſo würden die Materialien, ehe man ſie vermiſcht, durch eine zweite kaltmachende Miſchung auf die verlangte Temperatur herabgebracht werden müſſen. Dieß Verfahren ſetzt man ſo lange fort, bis der erforderliche Grad der Kälte erhalten worden *).

Sechſter Abſchnitt.

Von den Quellen des Wärmeſtoffes.

Da in den vorhergehenden Abſchnitten die Natur, Eigenſchaften und Wirkungen des Wärmeſtoffes, ſoweit unſere jetzigen Erfahrungen reichen, dargelegt worden ſind; ſo bleiben uns nur noch die verſchiedenen Wege zu beſchreiben übrig, auf welchen Wärmeſtoff entwickelt oder bemerkbar gemacht, oder die verſchiedenen Quellen, aus welchen er erhalten wird. Dieſe Quellen laſſen ſich auf fünf zurückbringen: der Wärmeſtoff ſtrahlt erſtlich von der Sonne aus; dann wird er beim Verbrennen entwickelt, und in manchen Fällen durch den Stoß, das Reiben und die Miſchung hervorgebracht.

*) Walker Phil. Trans. 1795.

Die Quellen des Wärmeſtoffes ſind demnach: Die Sonne, das Verbrennen, der Stoß, das Reiben, die Miſchung. Von dieſen verſchiedenen Quellen ſoll in der angeführten Ordnung im Folgenden gehandelt werden.

Erſte Quelle.

Die Sonne.

Natur der Sonne.

Die Sonne, welche gleichſam das Lebensprincip des ganzen Sonnenſyſtems ausmacht, iſt eine ungeheure Kugel, deren Durchmeſſer 193886 geographiſche Meilen beträgt, und welche ungefähr 333928 mal ſo viel Materie, als die Erde enthält. Die Naturforſcher glaubten ſeit langer Zeit, daß dieſe ungeheure Kugel ein heftiges Verbrennen erleide, und dieſer Urſache ſchrieben ſie die große Menge Licht und Wärme zu, welche beſtändig aus derſelben abgeſchieden wird. Allein die neueſten, ſehr ſinnreichen und wichtigen Entdeckungen von Herſchel, laſſen wohl kaum einen Zweifel übrig, daß dieſe Meinung irrig ſey *). Seinen Beobachtungen zufolge, iſt die Sonne eine feſte undurchſichtige Kugel, (und hierin der Erde und den anderen Planeten ähnlich) die mit einer ſehr dichten und ausgebreiteten Athmosphäre umgeben iſt. In dieſer Athmosphäre ſind zwei Regionen von Wolken befindlich. Die unterſten Wolken ſind undurchſichtig und denjenigen ähnlich, welche ſich in unſerer Athmosphäre bilden; allein die obere Region der Wolken iſt leuchtend, und ſendet die große Maſſe von Licht aus, von welcher der Glanz der Sonne herrührt. Es ſcheint gleichfalls, daß dieſe leuchtenden Wolken ſehr vie-

*) Phil. Trans. p. 265.

ten Veränderungen, ſowohl in der Menge, als im Glanze ausgeſetzt ſind. Hieraus zieht Herſchel den Schluß, daß die Menge des Lichtes und der Wärme, welche die Sonne uns zuſchickt, in verſchiedenen Jahreszeiten verſchieden ſey. Er vermuthet, daß dieß eine der Hauptquellen von der Verſchiedenheit der Temperatur in verſchiedenen Jahren ſey.

Sendet 3 Arten von Strahlen aus.

1. Aus den Verſuchen von Herſchel, Böckmann und Wollaſton folgt, daß die Sonne drei Arten von Strahlen ausſende, nemlich wärmeerregende, farbenerregende und deoxydirende. Die erſten verurſachen Wärme, die zweiten Farbe, und die dritten ſcheiden den Sauerſtoff aus mehreren Körpern aus.

Dieſe Strahlen erwärmen die undurchſichtigen Körper im Verhältniß der Dunkelheit ihrer Farbe.

2. Fallen die Sonnenſtrahlen auf durchſichtige Körper, ſo bringen ſie wenig Wirkung zuwege, undurchſichtige Körper hingegen werden von ihnen erwärmt. Hieraus folgt, daß durchſichtige Körper den Sonnenſtrahlen einen freien Durchgang verſtatten, während die undurchſichtigen ſie wenigſtens zum Theil zurückbehalten. Je dunkler die Farbe des undurchſichtigen Körpers iſt, um ſo größer iſt die Temperatur, welche er, wenn er den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wird, annimmt. Es iſt eine längſt bekannte Thatſache, daß, wenn gefärbte Körper dem Sonnenlichte, oder dem Lichte brennender Körper ausgeſetzt werden, ſie um ſo ſtärker erhitzt werden, je dunkler ihre Farbe iſt. Hooke ſtellte über dieſen Gegenſtand mehrere Verſuche an, die in der Folge von Franklin wiederhohlt wurden.

Letzterer breitete auf Schnee, der von der Sonne beſchienen wurde, Stücke Zeug von verſchiedener Farbe (weiß, roth, blau, ſchwarz) aus, und fand, daß nach Maaßgabe der

Dunkelheit ihrer Farbe, ſie tiefer in den Schnee einſanken, folglich eine höhere Temperatur annahmen. Dieſer Verſuch wurde mit größerer Genauigkeit von Davy wiederhohlt. Er ſetzte dem Sonnenlichte ſechs gleich große Stücke Kupfer, die weiß, gelb, roth, grün, blau und ſchwarz angeſtrichen waren, ſo aus, daß nur eine Seite derſelben erleuchtet wurde. Auf der nicht erleuchteten Seite war eine Miſchung aus Wachs und Talg aufgeſtrichen, die bei einer Temperatur von 76° ſchmolz. Dasjenige Cerat, welches an dem ſchwarzangeſtrichenen Kupfer befindlich war, ſchmolz zuerſt, dann das, an dem blauen befeſtigte, dann das an dem grünen und rothen, hierauf das am gelben, und zuletzt das am weißen befindliche *). Nun iſt es bekannt, daß dunkel gefärbte Körper ſelbſt dann, wenn ſie gleichförmig dem Lichte ausgeſetzt ſind, weniger Lichtſtrahlen zurückwerfen, als die, welche eine helle Farbe haben. Da nun dieſelbe Menge Licht auf jeden dieſer Körper fällt, ſo iſt es einleuchtend, daß die dunkelgefärbten eine größere Menge Lichtſtrahlen abſorbiren und zurückbehalten, als die hellgefärbten. Daß eine ſolche Abſorbtion wirklich ſtatt finde, erſieht man aus folgendem Verſuche: Thomas Wedgwood ſetzte zwei Stücke von leuchtendem oder phosphorescirendem Marmor auf ein Stück Eiſen, deſſen Temperatur der des Glühens am nächſten kam. Das eine Stück Marmor, das ſchwarz angeſtrichen war, leuchtete nicht, das andere hingegen leuchtete. Da ſie zum zweitenmale auf ähnliche Art auf heißes Eiſen geſtellt wurden, ſo verbreitete der ungefärbte Marmor ein ſchwaches Licht, der andere hingegen leuchtete nicht im geringſten. Die ſchwarze Farbe

*) Beddoes Contributions p. 4.

wurde hierauf abgewiſcht, und nun mit beiden Stücken Marmor der Verſuch wiederholt; jetzt verbreitete das Stück Marmor, welches vorher geſchwärzt war, ein eben ſo ſchwaches Licht, wie das andere *). In dieſem Falle verſchwand das Licht, welches der phosphorescirende Marmor hätte verbreiten ſollen, gänzlich, es muß ihm demnach der Ausgang verſchloſſen, und durch daſſelbe die ſchwarze Farbe zurückgehalten worden ſeyn. Die ſchwarzen Subſtanzen ſind demnach diejenigen, welche das meiſte Licht abſorbiren, und ſie ſind zugleich diejenigen, welche, dem Lichte am ſtärkſten ausgeſetzt, am ſtärkſten erwärmt werden. Cavallo bemerkte, daß ein Thermometer mit einer geſchwärzten Kugel höher ſtand, als ein anderes mit einer ungefärbten Kugel, wenn beide demſelben Sonnenlichte, Tageslichte, oder dem Lichte einer Lampe ausgeſetzt wurden **). Pictet fügte zu derſelben Bemerkung noch dieſe hinzu, daß, wenn die zwei Thermometer einige Zeit an einen finſteren Ort geſtellt wurden, ſie genau denſelben Grad zeigten. Er bemerkte ferner, daß wenn beide Thermometer um eine gewiſſe Anzahl von Graden erhitzt worden waren, das ungefärbte weit ſchneller fiel, als das andere ***).

Wärme, die durch die Sonnenſtrahlen hervorgebracht wird.

3. Die Temperatur, welche in den Körpern, durch die unmittelbare Wirkung der Sonnenſtrahlen hervorgebracht wird, überſteigt ſelten 120°; ſie würden aber eine ungleich höhere Temperatur hervorbringen, wenn man verhindern könnte, daß die mitgetheilte Wärme durch die umgebenden

---

*) Phil. Trans. 1792. **) Ibid. 1780.
***) Ueber das Feuer. Kap. IV.

Körper nicht geraubt würde. Sauſſüre ließ ſich eine kleine Büchſe verfertigen, die mit feinem trockenen Korke ausgefüttert war. Die Oberfläche des Korkes wurde verkohlt, um ſie ſchwarz und ſchwammig zu machen. Hierdurch ſuchte er zu bewirken, daß er die größtmöglichſte Menge der Sonnenſtrahlen abſorbire, und ein ſo ſchlechter Leiter des Wärmeſtoffes als möglich ſey. Stellte er die mit einer dünnen Glasſcheibe bedeckte Büchſe in die Sonne, ſo ſtieg ein auf dem Boden derſelben befindliches Thermometer in wenigen Minuten auf 221°, während die Temperatur der Athmosphäre nur 75° war *). Profeſſor Robiſon verfertigte einen Apparat von derſelben Art; er bediente ſich hierzu dreier ſehr dünner Gefäße von Flintglas, welches mehr Wärmeſtoff, als irgend eine andere Glasart, hindurchläßt. Sie waren alle von derſelben Geſtalt, oben gewölbt, und hatten einen Raum von ½ Zoll zwiſchen ſich. Sie wurden auf eine Unterlage von Kork, der eben ſo, wie der von Sauſſüre, zubereitet war, geſetzt, und mit Daunen, die in einem Cylinder aus Pappe enthalten waren, umgeben. Vermittelſt dieſes Apparats ſtieg das Thermometer an einem hellen Sommertage oft auf 230°, und einmal auf 237°. Selbſt wenn der Apparat vor ein helles Feuer geſetzt wurde, ſtieg das Thermometer auf 212° **).

---

*) Voyage sur les Alpes II, 932.

**) Black's Lectures I, 547. Wurde der Apparat, ehe die Gläſer eingeſetzt wurden, in einen feuchten Keller gebracht, ſo daß der Apparat ſich mit dieſer feuchten Luft füllte, ſo ſtieg das Thermometer nie über 208°. Hieraus ſchloß Dr. Robiſon, daß feuchte Luft ein beſſerer Leiter der Wärme ſey, als trockne; eine Folgerung, welche ſpätere Verſuche des Grafen Rumford vollkommen beſtätigt haben.

Durch Brenngläſer. 4. Dieß iſt die Temperatur, welche durch die einfachen Sonnenſtrahlen hervorgebracht wird. Werden aber dieſelben durch ein Brennglas verdichtet, ſo entzünden ſie brennbare Körper mit Leichtigkeit und bringen eine Hitze zuwege, die eben ſo groß, wo nicht größer, als diejenige iſt, welche durch das heftigſte und am beſten geleitete Feuer hervorgebracht werden kann. Sollen aber die verdichteten Sonnenſtrahlen dieſe Wirkung erregen, ſo müſſen ſie auf einen Körper geleitet werden, der fähig iſt, ſie zu abſorbiren, und zurückzuhalten; denn wenn ſie auf durchſichtige Körper, oder auf Flüſſigkeiten z. B. auf Luft, fallen, ſo bringen ſie wenig oder gar keine Wirkung zuwege.

5. Dieſe Thatſachen, welche längſt bekannt ſind, veranlaßten die Naturforſcher zu der Behauptung, daß die Figirung des Lichtes in den Körpern, ſtets ihre Temperatur erhebt. Auf der anderen Seite kannte man ſehr viele Fälle, in welchen immer durch die Verbindung mit einer gewiſſen Menge Wärmeſtoff die Entwickelung von Licht hervorgebracht wird; denn wenn die Körper bis auf eine gewiſſe Temperatur erwärmt werden, ſo fangen ſie ſtets an zu glühen. Hiedurch hielt man ſich zu der Folgerung berechtigt, daß Licht und Wärmeſtoff einander wechſelſeitig entwickeln; und dieſes wurde dadurch erklärt, daß man annahm, ſie beſäßen die Eigenſchaft einander zurückzuſtoßen.

Rührt von der Figirung des Wärmeſtoffes her. 6. Die neuſten Entdeckungen in dieſem Theile der Chemie haben den Ungrund aller derjenigen Beweisgründe gezeigt, durch welche man dieſe Folgerungen ſtützte. Nicht allein Licht, ſondern auch Wärmeſtoff ſtrahlen von der Sonne aus. Man kann demnach nicht die Erhöhung der Temperatur der Abſorbtion des Lichts,

ſondern man muß ſie der Abſorbtion des Wärmeſtoffes zuſchreiben; beſonders da die Strahlen des Mondes ungeachtet ſie leuchten, doch keine Erhöhung der Temperatur bewirken. Thatſachen nöthigen uns demnach zu dem Schluſſe, daß die Sonne Wärmeſtrahlen ausſende; daß dieſe Strahlen von den undurchſichtigen Körpern abſorbirt und zurückbehalten werden, und daß die Abſorbtion, wenn alle übrigen Umſtände gleich ſind, mit der Dunkelheit der Farbe des abſorbirenden Körpers im Verhältniſſe ſtehe. Es ergiebt ſich demnach, daß, wenn die Wärmeſtrahlen auf einen Körper wirken, die Veränderung der Temperatur von ſeiner Undurchſichtigkeit und Farbe abhänge. In dieſer Rückſicht kommt der Wärmeſtoff mit dem Lichte überein. Wird aber der Wärmeſtoff einem Körper zugeleitet, ſo hat ſeine Undurchſichtigkeit oder Farbe keinen Einfluß auf die nachfolgende Veränderung der Temperatur.

Zweite Quelle.

Das Verbrennen.

Erſcheinungen des Verbrennens.

Es giebt vielleicht keine an ſich auffallendere Erſcheinung: keine, die von größerem Nutzen wäre, oder welche mehr die Aufmerkſamkeit der Chemiſten auf ſich gezogen hätte, als das Verbrennen. Wird ein Stein, oder ein Ziegel erhitzt, ſo erleiden ſie keine andere Veränderung, als daß ihre Temperatur erhöht wird; überläßt man ſie ſich ſelbſt, ſo kehren ſie in ihren vorigen Zuſtand zurück. Mit den brennbaren Stoffen hingegen hat es eine ganz andere Bewandniß. Erhitzt man ſie bis zu einem gewiſſen Grade bei dem Zutritte der freien Luft, ſo werden ſie

plötzlich

plötzlich ungleich heißer durch ſich ſelbſt, bleiben eine beträchtliche Zeit außerordentlich heiß, und ſenden den benachbarten Körpern eine beträchtliche Menge Wärme und Licht zu. Nach einiger Zeit läßt dieſe Entwickelung von Wärme und Licht nach, und hört zuletzt gänzlich auf. Der brennbare Körper hat nun eine vollſtändige Veränderung erlitten, und iſt in eine Subſtanz, die ganz verſchiedene Eigenſchaften beſitzt, und nicht länger zum Verbrennen tauglich iſt, verwandelt worden. Wird z. B. Kohle einige Zeit lang bei der Temperatur von 800° erhalten, ſo entzündet ſie ſich, wird ausnehmend heiß, und es entwickelt ſich lange Zeit aus ihr Wärme und Licht. Läßt dieſe Entwickelung nach, ſo iſt die Kohle, bis auf einen geringen Rückſtand von Aſche, gänzlich verſchwunden, indem ſie faſt gänzlich als kohlenſaures Gas entweicht; es ſey denn, daß der Verſuch in einem beſonders dazu eingerichteten Apparate angeſtellt worden. Werden die verſchiedenen Produkte geſammelt und gewogen, ſo findet man, daß ihr Gewicht das der verzehrten Kohle weit überſteigt.

1. Der erſte Verſuch, das Verbrennen zu erklären, war roh und unbefriedigend. Man nahm das Daſeyn eines gewiſſen elementariſchen Stoffes, Feuer genannt, an, der die Eigenſchaft beſaß, andere Körper zu verzehren, und ſie in ſeine eigene Natur zu verwandeln. Wenn man nach dieſer Hypotheſe eine Pfanne mit Kohlen entzündet, ſo wird ein kleiner Antheil von dem Elemente des Feuers mit demſelben in Berührung gebracht, dieſer fängt augenblicklich an, die Kohle zu verzehren, und ſie in Feuer zu verwandeln. Was nicht geſchickt iſt, dem Feuer zur Nahrung zu dienen, bleibt in Geſtalt der Aſche zurück.

Hookes Theorie des Verbrennens. Die von Hooke im Jahre 1665 bekanntgemachte Theorie, war ungleich ſcharfſinniger und genugthuender. Nach ihm iſt in der athmosphäriſchen Luft eine eigenthümliche Subſtanz enthalten, die, wenn ſie mit Salpeter nicht völllg übereinkommt, doch ihm ſehr ähnlich iſt. Dieſer Stoff beſitzt die Eigenſchaft, alle brennbaren Körper aufzulöſen; jedoch muß die Temperatur derſelben genugſam erhöht ſeyn. Die Auflöſung erfolgt mit einer ſolchen Schnelligkeit, daß ſie ſowohl Wärme als Licht veranlaßt, die nach ſeiner Meinung bloß Bewegungen ſind. Die aufgelöſte Subſtanz befindet ſich zum Theil im Zuſtande der Luft, zum Theil in einem tropfbar flüſſigen und feſten Zuſtande. Die Menge dieſes Auflöſungsmittels, die in einem beſtimmten Volumen athmosphäriſcher Luft enthalten iſt, iſt weit unbeträchtlicher, als in demſelben Volumen Salpeter. Dieß iſt der Grund, daß ein brennbarer Körper nur eine kurze Zeit in einem gegebenen Volumen Luft brennt; das Auflöſungsmittel iſt bald geſättigt, und ſo wie dieſer Fall eintritt, hört das Verbrennen auf. Hieraus ergiebt ſich, warum das Verbrennen am beſten von Statten geht, wenn ein beſtändiger Zufluß von friſcher Luft ſtatt findet; und daß es ausnehmend beſchleunigt werden müſſe, wenn das Feuer durch einen Blaſebalg angefacht wird *).

Wird von Mayow angenommen. Ungefähr zehn Jahre nach der Bekanntmachung von Hooke's Mikrographie wurde ſeine Theorie von Mayow in einer Abhandlung, die dieſer zu Oxford über den Salpeter drucken ließ, ohne daß er den eigentlichen

*) Hooke's Micrographia p. 103. Man ſehe auch ſeine Lampas.

Urheber derſelben nannte, vorgetragen *). Wir verdanken ihm mehrere ſcharfſinnige und wichtige Verſuche, durch die er manches anticipirte, was durch die neuere Theorie zur Gewißheit gebracht worden iſt; allein ſeine Schlüſſe ſind meiſtentheils ungereimt, und die Zuſätze, welche er zu Hooke's Theorie machte, ſind ausnehmend ausſchweifend. Dem Aufloͤſungsmittel von Hooke gab er den Namen Spiritus nitro-aëreus. Es beſteht, nach ſeiner Vorausſetzung, aus ſehr kleinen Theilchen, die mit den Theilchen der brennbaren Stoffe in Streit begriffen ſind, und aus dieſem Kampfe gehen alle Veränderungen der Dinge hervor. Das Feuer beſteht in einer ſehr raſchen Bewegung dieſer Theilchen, die Wärme in einer weniger ſchnellen Bewegung. Die Sonne beſteht blos aus ſalpeterluftförmigen Theilchen (particulis nitro-aëreis) die ſich mit großer Schnelligkeit bewegen. Sie ſind durch den ganzen Raum verbreitet. Ihre Bewegung wird um ſo langſamer, je weiter ſie von der Sonne entfernt ſind; und wenn ſie ſich der Erde nähern, werden ſie ſpitzig und erzeugen Kälte **).

---

*) De Sal-Nitro et Spiritu nitro-aëreo.

**) Ungeachtet Mayow's Theorie ihm nicht angehörte, und obgleich die von ihm gemachten Zuſätze ungereimt ſind, ſo verräth ſeine Abhandlung dennoch einen Mann von Geiſt, und enthält eine Menge von neuen Anſichten, welche die neueren Entdekkungen in der Chemie vollkommen beſtätigt haben. Er fand die Urſache von der Gewichtszunahme der Metalle bei der Kalcination auf; er erforſchte die Veränderungen, welche das Verbrennen und Athmen in der Luft hervorbringen, und bediente ſich bei ſeinen Verſuchen eines Apparats, der dem jetzt üblichen pneumatiſchen Apparate ähnlich war. Vielleicht iſt der intereſſanteſte Theil des ganzen Werkes ſein vierzehntes Kapitel, in welchem er

3. Die Aufmerkſamkeit der Chemiſten wurde bald von der Theorie des Hooke und Mayow abgelenkt, und auf eine andere gerichtet, die Becher zuerſt vortrug, welche aber ſein Schüler Stahl mit ſo vieler Geſchicklichkeit modificirte, in eine ſo ſchöne ſyſtematiſche Form brachte, und mit ſo zahlreichen, paſſenden Erläuterungen ausrüſtete, daß ſie durchgängig Eingang fand, Stahlen zu dem höchſten Range unter den Naturforſchern erhob, und ihn zum Gründer einer Theorie machte, die unter dem Namen der Stahlſchen Theorie vom Verbrennen allgemein Eingang fand.

Stahls Theorie. Nach Stahl enthalten alle verbrennlichen Subſtanzen, einen gewiſſen Körper als Beſtandtheil, den er Phlogiſton nannte, und als die Urſache ihrer Verbrennlichkeit anſah. Dieſe Subſtanz iſt in allen brennbaren Körpern genau dieſelbe. Die Verſchiedenheit dieſer Körper rührt allein von den Beſtandtheilen her, welche ſie enthalten, und mit denen das Phlogiſton verbunden iſt. Das Verbrennen, und alle daſſelbe begleitende Erſcheinungen, hängen von der Abſcheidung, und dem Entweichen dieſes Princip's ab, und wenn es gänzlich dem Körper entzogen worden, ſo iſt der Ueberreſt unverbrennlich. Dieſes Phlogiſton iſt nach Stahl vorzüglich geneigt, eine lebhafte, wirbelnde Bewegung anzunehmen. Die Wärme und das Licht, welche bei dem Verbrennen zum Vorſcheine kommen, ſind zwei Eigenſchaften des Phlogiſtons, wenn es ſich in dieſer lebhaften Bewegung befindet.

---

eine genauere Kenntniß der chemiſchen Verwandſchaften verräth, als weder ſeine Zeitgenoſſen, noch auch ſeine Nachfolger, die ſpäteren ausgenommen, beſaßen.

Verbeſſert durch Macquer.

4. Der berühmte Macquer, der ſich ſo viele Verdienſte um die Chemie erworben hat, war einer der erſten, der einen auffallenden Mangel in Stahl's Theorie wahrnahm. Newton hatte gezeigt, daß das Licht eine Subſtanz ſey, es war demnach unſtatthaft, es zu einer bloßen Eigenſchaft des Phlogiſtons, oder des Elementes des Feuers zu machen. Demzufolge erklärte Macquer das Phlogiſton für nichts anderes, als für Licht, welches ſich mit den Körpern verbunden habe. Dieſe Meinung wurde von einer großen Anzahl ſcharfſinniger Chemiſten angenommen, und es wurden manche ſinnreiche Gründe aufgeſucht, um die Wahrheit derſelben zu beweiſen. Iſt Phlogiſton nur allein Licht, welches ſich in den Körpern figirt hat; woher kommt die Wärme, die während dem Verbrennen wahrgenommen wird? Iſt dieſe Wärme nichts anderes, als eine Eigenſchaft des Lichtes? Black zeigte, daß der Wärmeſtoff ſich mit Körpern, die nicht verbrennlich ſind, wie mit Eis oder Waſſer verbinden, oder in ihnen figirt werden könne, hieraus ſchloß er, daß derſelbe keine Eigenſchaft, ſondern eine Subſtanz ſey. Dieſes nöthigte die Naturforſcher den Begriff des Phlogiſtons anders zu beſtimmen.

5. Nach ihnen giebt es eine eigenthümliche Subſtanz, die äußerſt fein und fähig iſt, die dichteſten Körper zu durchdringen, damit verbindet ſie eine ausnehmende Elaſticität, und iſt die Urſache der Wärme, des Lichtes, des Magnetismus, der Elektricität und ſelbſt der Schwere. Dieſe Materie, (der Aether von Hooke und Newton) iſt alſo diejenige Subſtanz, welche Phlogiſton genannt wird, und die in einem figirten Zuſtande in den brennbaren Körpern enthalten iſt. Wird ſie in Freiheit geſetzt, ſo ertheilt ſie den

Subſtanzen, welche Wärmeſtoff und Licht genannt werden, diejenigen eigenthümlichen Bewegungen, welche in uns die Empfindungen der Wärme und des Lichtes hervorbringen. Daher kommt es, daß in allen Fällen, wo Verbrennen ſtatt findet, Wärmeſtoff und Licht frei wird. Dieß iſt ferner der Grund, daß ein Körper nach dem Verbrennen ſchwerer iſt, als er vorher war, denn da das Phlogiſton ſelbſt die Urſache der Schwere iſt, ſo wäre es ungereimt anzunehmen, daß es ſelbſt Schwere habe. Es iſt weit vernünftiger, ihm ein Princip der Leichtigkeit beizulegen.

Modificirt durch Prieſtley.

6. Einige Zeit nach dieſer letzten Modifikation wiederholte Prieſtley, der ſo viel zur raſchen Erweiterung der pneumatiſchen Chemie gethan hat, mehrere frühere Verſuche über das Verbrennen von Hook, Boyle, Hales, und fügte mehrere eigene hinzu. Er fand bald, ſo wie jene Naturforſcher vor ihm, daß die athmosphäriſche Luft, in welcher brennbare Körper bis zum Verlöſchen gebrannt hatten, eine ſehr beträchtliche Veränderung erlitten hatte; denn kein brennbarer Körper wollte in derſelben ferner brennen, und kein Thier konnte ſie einathmen, ohne zu erſticken. Er ſchloß, daß dieſe Veränderung vom Phlogiſton herrühre, daß die Luft ſich mit dieſer Subſtanz verbunden habe, und daß die Luft darum beim Verbrennen nöthig ſey, damit ſie das Phlogiſton anziehe, zu welchem ſie eine große Verwandſchaft hat. Wäre dieſes, ſo fehlte es immer noch an einem Erklärungsgrunde des Urſprungs der Wärme und des Lichts, welche ſich während des Verbrennens entwickeln, indem das Phlogiſton, wenn es ſich aus den brennbaren Körpern nur dadurch abſcheidet, daß es ſich mit der Luft verbindet, keine Wirkung auf dieſe beiden Stoffe, in welchem Zuſtande man ſie ſich auch denken mag, ausüben kann.

Durch Crawford. 7. Der berühmte Crawford war der erſte, welcher dieſe Schwierigkeit zu löſen verſuchte, indem er Black's Lehre von der verborgenen Wärme auf die Theorie des Verbrennens anwandte. Nach ihm verbindet ſich während des Verbrennens das Phlogiſton des brennbaren Körpers mit der Luft, und zu gleicher Zeit wird der Wärmeſtoff und das Licht, mit welchen dieſe Flüſſigkeit vorher verbunden war, ausgeſchieden. Wärme und Licht, welche während des Verbrennens zum Vorſcheine kommen, waren vorher in der Luft gegenwärtig. Dieſe Theorie war ſehr von der Stahlſchen verſchieden, und um vieles befriedigender; noch blieb aber immer die Frage, was Phlogiſton ſey? unbeantwortet.

Und Kirwan. 8. Kirwan verſuchte dieſe Frage zu beantworten, und zu zeigen, daß Phlogiſton und Waſſerſtoff ein und daſſelbe ſey. Dieſe Meinung, welche, wie Kirwan ſelbſt erzählt, in ihm durch die Entdeckungen von Prieſtley entſtanden war, fand bei der chemiſchen Welt eine ſehr günſtige Aufnahme, und wurde entweder in ihrer ganzen Ausdehnung, oder mit gewiſſen Modifikationen von Bergmann, Morveau, Crell, Wiegleb, Weſtrumb, Karſten, Hermbſtädt, Bewley, Prieſtley und Delametherie angenommen. Kirwan bemühete ſich zu zeigen, daß der Waſſerſtoff als Beſtandtheil in jedem brennbaren Körper enthalten ſey, daß er während dem Verbrennen ſich aus den brennbaren Körpern ausſcheide, und mit dem Sauerſtoff der Luft verbinde. Die weitere Ausführung ſeiner Gründe findet man in folgender Abhandlung: An Essay on Phlogiston and the Constitutions of Acids *).

*) Ich habe in der hiſtoriſchen Ueberſicht, welche ich im

Widerlegt von Lavoiſier.

9. Während dieſer verſchiedenen Modifikationen der Stahlſchen Theorie, war Lavoiſier unabläſſig thätig, die Erſcheinungen des Verbrennens zu ſtudieren. Schon im Jahre 1770 ſcheint er ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigt, und die Mängel der herrſchenden Theorie eingeſehen zu haben. Auf die erſten richtigen Begriffe, was es mit dem Verbrennen eigentlich für eine Bewandniß habe, ſcheint er durch Bayen's Abhandlung über die Queckſilberoxyden, deren Vorleſung er in der Akademie der Wiſſenſchaften 1774 beiwohnte, geleitet worden zu ſeyn. Dieſe erſten Begriffe, oder vielmehr Vermuthungen, verfolgte er mit un-

---

Texte gegeben habe, die Hypotheſe, welche Scheele im Jahre 1777 bekannt machte, übergangen.

In der Abhandlung über Luft und Feuer, welche zu den vorzüglichſten Arbeiten dieſes außerordentlichen Mannes gehört, ſchließt er aus einer zahlreichen Menge von Verſuchen, daß der Wärmeſtoff aus einer gewiſſen Menge Sauerſtoff, die ſich mit Phlogiſton verbunden habe, beſtehe. Die ſtrahlende Wärme, von der er glaubte, daß ſie ſich eben ſo, wie das Licht, in graden Linien fortpflanzen laſſe, und ſich nicht mit der athmosphäriſchen Luft verbinden könne, war nach ihm Sauerſtoff, der ſich mit einer größeren Menge Phlogiſton vereinigt hatte, und Licht eine Zuſammenſetzung aus Sauerſtoff und einer noch größeren Menge Phlogiſton. Er vermuthete ferner, daß der Unterſchied unter den Lichtſtrahlen von der Menge des Phlogiſtons abhänge; der rothe enthielt nach ihm das wenigſte, der violette Lichtſtrahl das meiſte Phlogiſton. Unter Phlogiſton ſcheint Scheele den Waſſerſtoff verſtanden zu haben. Es iſt daher unnöthig, ſeine Theorie zu unterſuchen, da es jetzt bekannt iſt, daß die Verbindung des Waſſerſtoffes und Sauerſtoffes nicht Wärmeſtoff, ſondern Waſſer bildet. Das ganze Gebäude fällt demnach zuſammen, allein die Wichtigkeit der Materialien wird immer bewundert werden, und die Trümmern des Gebäudes werden ewige Denkmale von dem Genie ihres Erbauers abgeben.

ermüdetem Fleiße; er verglich damit die zahlreichen Entdeckungen, die von anderen Chemiſten gemacht wurden, und die er durch eine Reihe der mühſamſten und ſcharfſinnigſten Unterſuchungen vermehrte, und ſo gelang es ihm, folgendes Geſetz vollkommen zu begründen: Daß bei jedem Verbrennen der Sauerſtoff ſich mit dem brennenden Körper verbinde. Dieſe wichtige Entdeckung verbreitete Licht über jeden Theil der Chemie, durch ſie konnte man eine zahlreiche Menge von Thatſachen, die bis dahin einzeln daſtanden, und unerklärlich waren, verbinden, und Grund von ihnen angeben; ja ſie ertheilte dem ganzen Inbegriff der chemiſchen Kenntniſſe eine neue Form, und erhob die Chemie zum Range einer Wiſſenſchaft.

Nachdem Lavoiſier ſich ſelbſt von dem Daſeyn dieſes neuen Geſetzes überzeugt, und ſeine Beweiſe der Welt vorgelegt hatte, ſo verſtrich doch einige Zeit, ehe er Anhänger ſeiner Theorie gewinnen konnte. Endlich entſagte Berthollet im Jahre 1785 in einer Verſammlung der Akademie feierlich ſeinen alten Meinungen, und trat zu der neuen Lehre über. Ihm folgte Fourcroy, und 1787 gab Morveau bei einem Beſuche in Paris ſeine bisherigen Ueberzeugungen auf, und vereinigte ſich mit Lavoiſier und ſeinen Freunden. Dem Beiſpiele dieſer ausgezeichneten Männer, folgten bald alle jüngere Chemiſten in Frankreich.

Lavoiſier's Erklärung des Verbrennens hängt ganz und gar von zwei Geſetzen ab, die von ihm und von Black entdeckt worden ſind. Wird ein brennbarer Körper bis auf eine gewiſſen Temperatur gebracht, ſo verbindet er ſich mit dem Sauerſtoffe der Athmosphäre, und dieſer läßt während dieſer Verbindung den Wärmeſtoff und das Licht, mit welchen

er im gasförmigen Zuſtande vereinigt war, fahren. Hieraus wird es erklärbar, warum bei jedem Verbrennen Licht und Wärme frei werde; ſowie die Veränderungen, welche der brennbare Körper durch das Verbrenneu erleidet.

So konnte Lavoiſier das Verbrennen erklären, ohne ſich des Phlogiſtons als Erklärungsgrundes zu bedienen; eines Princips, deſſen Daſeyn man nur darum angenommen hatte, weil man das Verbrennen ohne daſſelbe nicht glaubte erklären zu können. Keinem Chemiſten war es je geglückt, das Phlogiſton in einem iſolirten Zuſtande darzuſtellen, oder einen anderen Beweis für ſein Daſeyn zu geben, als daß es ſehr tauglich ſey, einen Grund für die Erſcheinungen des Verbrennens anzugeben. Der Beweis für ſein Daſeyn gründete ſich ganz allein darauf, daß ohne daſſelbe das Verbrennen unbegreiflich wäre. Lavoiſier, der eine völlig genugthuende Erklärung vom Verbrennen gab, ohne daß er nöthig hatte, zum Phlogiſton ſeine Zuflucht zu nehmen, zeigte zu gleicher Zeit dadurch, daß aller Grund wegfalle, ein ſolches Princip anzunehmen.

10. Allein durch dieſe Erklärung, wurde die Hypotheſe von Kirwan, der das Phlogiſton für identiſch mit dem Waſſerſtoffe hielt, keinesweges umgeſtoßen; indem es keinem Zweifel ausgeſetzt war, daß der Waſſerſtoff ein wirklich vorhandenes Ding ſey. Wäre aber der Waſſerſtoff wirklich das Phlogiſton, ſo muß er einen Beſtandtheil von jedwedem brennbarenKörper ausmachen, und aus dieſem, ſo oft ein Verbrennen ſtatt findet, ſich entwickeln. Dieſe Punkte ſuchte demnach Kirwan zu beweiſen. Gelang ihm dieſes nicht, oder zeigte die Erfahrung das Gegentheil, ſo mußte ſeine Hypotheſe zu Boden ſtürzen.

Lavoiſier und ſeine Anhänger, ſahen den wichtigen Nutzen ein, der ſich aus Kirwans Verſuch ziehen läßt. Durch Widerlegung dieſer Hypotheſe, welche von den angeſehenſten Chemiſten Europens angenommen worden war, mußte ihre Theorie einen Glanz bekommen, der die entgegengeſetzte gänzlich verdunkelte. Demzufolge wurde Kirwan's Verſuch in das Franzöſiſche überſetzt, und jedem der Abſchnitte, aus denen er beſtand, eine Widerlegung beigefügt. Vier dieſer widerlegenden Abhandlungen waren von Lavoiſier, drei von Berthollet, drei von Fourcroy, zwei von Morveau und eine von Monge abgefaßt; und um den franzöſiſchen Chemiſten Gerechtigkeit wiederfahren zu laſſen, es gab nie eine vollſtändigere Widerlegung. Kirwan ſelbſt mit der Aufrichtigkeit, welche ausgezeichneten Geiſtern eigen iſt, gab ſeine Meinung als unhaltbar auf, und ging zu Lavoiſiers Parthei über.

11. So vernichtete Lavoiſier das Daſeyn des Phlogiſtons gänzlich, und gründete eine Theorie des Verbrennens, welche der gänzlich ähnlich war, die Hooke ſchon früher vorgetragen hatte. Die Theorie von Hooke war nur in allgemeinen Ausdrücken abgefaßt, die von Lavoiſier ging mehr ins Einzelne. Die erſtere war eine Hypotheſe oder glückliche Vermuthung, deren Grund oder Ungrund wegen des Zuſtandes der Kindheit, in welchem ſich die Chemie damals befand, nicht ausgemittelt werden konnte; da hingegen Lavoiſier durch genaue Verſuche, und durch eine Reihe ſinnreicher und meiſterhafter Schlüſſe, ſeine Theorie begründete.

Lavoiſiers Theorie.

Nach Lavoiſier's Theorie, welche jetzt allgemein angenommen iſt, und von den Che-

miſten als eine vollſtändige Erklärung der Erſcheinungen betrachtet wird, beſteht das Verbrennen aus zwei Stücken: Erſtlich aus einer Zerlegung, zweitens aus einer Verbindung. Der Sauerſtoff der Athmosphäre, der ſich in einem gasförmigen Zuſtande befindet, iſt mit Wäemeſtoff und Licht verbunden. Während des Verbrennens wird dieſes Gas zerſetzt, der Wärmeſtoff und Lichtſtoff deſſelben werden frei, der Sauerſtoff, welcher die Grundlage deſſelben ausmacht, verbindet ſich mit dem brennbaren Körper, und bildet das Produkt. Das Produkt iſt unverbrennlich, denn da ſeine Baſis ſchon mit Sauerſtoff geſättigt iſt, ſo kann ſie ſich nicht mit einem neuen Antheile deſſelben verbinden. Dieß iſt ein kurzer hiſtoriſcher Abriß von den Verbeſſerungen, die mit dieſem intereſſanten Theile der Chemie nach und nach vorgenommen worden ſind. Ich werde jetzt dieſen Gegenſtand ausführlicher betrachten.

12. Unter dem Verbrennen verſteht man eine durchgängige Veränderung in der Natur des brennbaren Körpers, die mit einer häufigen Entwicklung von Wärme und Licht vergeſellſchaftet iſt. Jede Theorie des Verbrennens muß nachſtehende zwei Punkte erklären, erſtlich, die Veränderung, welche der Körper erleidet, und zweitens, das Freiwerden von Wärme und Licht, mit welchem dieſe Veränderung vergeſellſchaftet iſt.

Unterſchied zwiſchen Oxydation und Verbrennen.

13. Lavoiſier erklärte die erſte dieſer Erſcheinungen vollſtändig, indem er zeigte, daß ſich in allen Fällen der Sauerſtoff mit dem brennenden Körper verbinde, und daß diejenige Subſtanz, welche nach dem Verbrennen zurückbleibt, die Zuſammenſetzung ſey, welche durch Verbindung des brennbaren Kör-

pers mit Sauerſtoff gebildet wurde. Es gelang ihm aber nicht gleich gut, das Freiwerden von Wärme und Licht, welches bei dem Verbrennen ſtatt findet, zu erklären. Wirklich wurde dieſer Theil des Gegenſtandes größtentheils von ihm überſehen. Die Verbindung mit dem Sauerſtoffe wurde als der wichtigſte und weſentlichſte Theil bei dieſem Proceſſe betrachtet. Daher hielten Lavoiſier's Anhänger die Ausdrücke Oxydation und Verbrennen für gleichbedeutend; allein mit Unrecht, denn der Sauerſtoff verbindet ſich oft mit den Körpern, ohne daß Wärme und Licht frei werden. Auf dieſe Art verbindet er ſich mit dem Stickſtoffe, der Salzſäure und dem Queckſilber: allein die Entwicklung von Wärme und Licht wird dem gewöhnlichen Sprachgebrauche zufolge, für ein weſentliches Stück bei dem Verbrennen gehalten. Die Verbindung mit dem Sauerſtoffe ohne dieſe Entwickelung, iſt ſowohl in Anſehung der Erſcheinungen, als der Produkte ſehr von der verſchieden, bei welcher dieſelbe ſtatt findet, ſie müſſen daher von einander unterſchieden werden. Ich bediene mich des Wortes Verbrennung in dieſem Werke in ſeiner gewöhnlichen Bedeutung.

14. Um von dem Freiwerden von Wärme und Licht, welches einen Theil des Verbrennens ausmacht, Grund anzugeben, nahm Lavoiſier zu der Theorie von Crawford ſeine Zuflucht. Die Wärme und das Licht ſind derſelben zufolge, mit dem Sauerſtoffe ganz verbunden, und werden, wenn ſich das Gas mit dem brennbaren Körper verbindet, abgeſchieden. Ungeachtet dieſe Erklärung in den gewöhnlichen Fällen Genüge leiſtet, ſo läßt ſie doch andere gänzlich unerklärt. Man glaubt, daß Wärme und Licht mit dem Sauerſtoff der Athmosphäre verbun-

Schwierigkeiten, den Ur-

ſprung der Wärme und des Lichtes betreffend.

den wären, weil er ſich in einem gasförmigen Zuſtande befindet, und daß ſie von ihm getrennt würden, weil er den gasförmigen Zuſtand verliert. Allein das Verbrennen, welches erfolgt, iſt gleich lebhaft, der angewandte Sauerſtoff möge ſich in einem feſten oder tropfbarflüſſigen, oder gasförmigen Zuſtande befinden. Wird z. B. Salpeterſäure auf Leinöl oder Terpentinöl gegoſſen, ſo erfolgt ein ſehr lebhaftes Verbrennen, und es wird eine beträchtliche Menge von Wärmeſtoff und Licht frei. Hier macht der Sauerſtoff einen Theil der tropfbarflüſſigen Salpeterſäure aus, und iſt ſchon mit dem Stickſtoffe verbunden, oder um die Sprache der franzöſiſchen Chemiſten zu reden, der Stickſtoff hat das Verbrennen erlitten. In dieſem Falle befindet ſich der Sauerſtoff nicht allein in einem tropfbarflüſſigen Zuſtande, ſondern er hat auch die Veränderung erfahren, welche durch das Verbrennen hervorgebracht wird; ſo daß ſich aus dem Sauerſtoffe nicht allein im tropfbarflüſſigen Zuſtande, ſondern auch nach dem Verbrennen, Wärme und Licht entwickeln kann; welches der Theorie gänzlich entgegen iſt.

Wird Schießpulver in verſchloſſenen oder luftleeren Gefäßen entzündet, ſo brennt es mit großer Lebhaftigkeit. Dieſe Subſtanz beſteht aus Salpeter, Kohle und Schwefel. Die beiden letzten Beſtandtheile ſind verbrennlich, der erſte, der eine Zuſammenſetzung aus Salpeterſäure und Kali iſt, giebt den Sauerſtoff her. In dieſem Falle befindet ſich der Sauerſtoff nicht allein ſchon mit dem Stickſtoffe in Verbindung, ſondern macht auch einen Beſtandtheil eines feſten Körpers aus; und dennoch wird eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff und Licht während des Verbrennens frei, und faſt alle Pro-

dukte deſſelben befinden ſich in einem gasförmigen Zuſtande. Dieſes verträgt ſich auf doppelte Art mit Lavoiſier's Theorie nicht; denn man muß annehmen, daß ein feſter Körper bei ſeinem Uebergange in einen gasförmigen Zuſtand Licht und Wärme habe fahren laſſen, und auf der anderen Seite einräumen, daß er, um als Gas erſcheinen zu können, mehr Wärmeſtoff und Licht nöthig gehabt habe, als in dem feſten Körper enthalten war.

Durch Brugnatelli gehoben. Brugnatelli ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, der dieſen Einwurf in ſeiner ganzen Stärke fühlte. Er ſuchte ihm auf folgende Art zu begegnen. Er nahm an, daß ſich der Sauerſtoff in zwei verſchiedenen Zuſtänden mit den Körpern verbinden könne: in dem einen bleibe er mit dem größten Antheile von Wärmeſtoff und Licht verbunden, mit dem er im gasförmigen Zuſtande vereinigt war; im zweiten Zuſtande laſſe er vorher allen Wärmeſtoff und alles Licht fahren, ehe er die Verbindung eingehe. In dem erſten Zuſtande nennt er ihn Thermoxygen, in dem anderen Oxygen. Das Thermoxygen macht nicht allein einen Beſtandtheil der gasförmigen, ſondern auch mehrerer tropfbarflüſſigen und feſten Subſtanzen aus. Nur in den Fällen, in welchen der Sauerſtoff als Thermoxygen in die Verbindung der tropfbarflüſſigen oder feſten Körper eingeht, wird Wärmeſtoff und Licht entwickelt. Alle Metalle verbinden ſich nach ihm mit Thermoxygen; diejenigen Subſtanzen hingegen, welche durch das Verbrennen in Säuren verwandelt worden, verbinden ſich mit Sauerſtoff *). Dieſe ſinnreiche Theorie würde, wofern ſie ſich durch überzeugende

*) Ann. de Chim. XXIX, 182.

Beweiſe darthun ließe, allen Schwierigkeiten begegnen. Da aber bis jetzt ſich kein anderer Grund für ihre Annahme angeben läßt, als daß ſich durch ſie mehrere ſchwierige Punkte bei den Erſcheinungen des Verbrennens erklären laſſen; ſo muß man ſie vielmehr bis jetzt für eine glückliche Hypotheſe als für eine völlig begründete Theorie halten *).

Eintheilung der Körper in Feuerträger, verbrennliche und unverbrennliche Körper.

16. Alle Naturkörper laſſen ſich, inſofern es das Verbrennen betrifft, in drei Klaſſen eintheilen: nämlich in Feuerträger (supporters), brennbare und unverbrennliche Subſtanzen.

Unter Feuerträgern (supporters) verſtehe ich ſolche Subſtanzen, die ſelbſt, ſtrenge genommen, nicht fähig ſind zu verbrennen, deren Gegenwart aber unumgänglich nöthig iſt, wenn dieſer Proceß glücklich von ſtatten gehen ſoll. Brennbare und unverbrennliche Stoffe bedürfen keiner Erklärung.

Feuerträger.

Der Sauerſtoff iſt der einzige bekannte einfache Feuerträger; ſind aber unverbrennliche Stoffe mit dem Sauerſtoffe verbunden, ſo können ſie gleichfalls Feuerträger werden. Die beiden unverbrennlichen Stoffe, welche allein dieſe Eigenſchaft beſitzen, ſind der Stickſtoff und die Salzſäure **). Dieſe Eigenheit derſelben bewog mich, ſie von den übrigen zu

*) Der Leſer findet dieſe Theorie im zweiten und dritten Bande des Journal de Chimie von van Mons. Ich vermeide darüber weitläuftiger zu ſeyn, weil ich keinen einzigen Beweisgrund für die Behauptungen derſelben kenne.

**) Man könnte zu dieſen Stoffen vielleicht noch das Queckſilber hinzuſetzen: mir wenigſtens ſind alle Verſuche verunglückt, um ein Verbrennen deſſelben zu bewirken.

zu trennen, und ihnen unter den einfachen eine Stelle anzuweiſen. Der erſte derſelben verbindet ſich mit vier Antheilen Sauerſtoff, der zweite mit zwei: wir haben demnach einen einfachen und ſechs zuſammengeſetzte Feuerträger, nämlich:

1. Sauerſtoffgas.
2. Athmosphäriſche Luft.
3. Salpetriges Oxyde (Oxydirtes Stickgas).
4. Salpeteroxyde (Salpetergas).
5. Salpeterſäure.
6. Oxydirte Salzſäure.
7. Ueberoxydirte Salzſäure.

Brennbare Stoffe. 17. Die brennbaren Stoffe ſind von dreierlei Art; nämlich einfache, zuſammengeſetzte und Oxyden. Die einfachen ſind die vier einfachen brennbaren Stoffe, welche im zweiten Kapitel der erſten Abtheilung dieſes Theils beſchrieben worden ſind, und wenn nicht alle, doch der größte Theil der Metalle. Die zuſammengeſetzten ſind die verſchiedenen Verbindungen, welche dieſe einfachen Subſtanzen unter einander eingehen. Die verbrennlichen Oxyden beſtehen aus der Verbindung der brennbaren Stoffe, oder ihrer Zuſammenſetzungen mit dem Sauerſtoffe, ohne daß hierbei ein Verbrennen ſtatt findet. Sie ſind ſehr zahlreich, und machen den größten Theil der animaliſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen aus.

Produkte. 18. Während des Verbrennens verbindet der Sauerſtoff des Feuerträgers ſich ſtets mit der neuen Subſtanz, und bildet eine neue Zuſammenſetzung, die ich das Produkt des Verbrennens nennen werde. Dieß iſt, wie Lavoiſier überzeugend dargethan hat, der Grund der Veränderung, welche die brennbaren Körper beim Verbren-

nen erleiden. Es verdient Aufmerkſamkeit, daß jedes Produkt des Verbrennens eine von folgenden drei Subſtanzen iſt: 1) Waſſer; 2) eine Säure; 3) ein metalliſches Oxyde.

Partielle Feuerträger. 19. Einige der Produkte des Verbrennens können ſich mit einem neuen Antheile Sauerſtoff verbinden; allein dieſe Verbindung iſt nie mit den Erſcheinungen des Verbrennens vergeſellſchaftet, und das Produkt wird mit Hülfe derſelben in einen Feuerträger verwandelt. Dieß iſt der Fall mit verſchiedenen metalliſchen Oxyden. Solche Zuſammenſetzungen können partielle Feuerträger genannt werden, indem ſie nur einem Antheile Sauerſtoff dieſe Eigenſchaft verdanken. Die folgenden Oxyden ſind partielle Feuerträger.

1. Das Peroxyde des Goldes.
2. Das Peroxyde des Silbers.
3. Das rothe Queckſilberoxyde.
4. Das Peroxyde des Queckſilbers.
5. Das Peroxyde des Eiſens.
6. Die rothen und braunen Oxyden des Bleies.
7. Das Peroxyde des Magneſiums.

Dieſe Stoffe nehmen, jedoch immer nur von den Feuerträgern, Sauerſtoff an.

20. Da der Sauerſtoff nur dann, wenn er einen Beſtandtheil der Feuerträger und partiellen Feuerträger ausmacht, das Verbrennen unterſtützen kann, ſo iſt es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß der Zuſtand, in welchem er in dieſen Körpern befindlich iſt, ſich von dem in welchem er in anderen Körpern vorkommt, unterſcheidet. Da nun Licht und Wärme ſich ſtets während des Verbrennens entwickeln, nie aber, wenn der Sauerſtoff ſich ohne Verbrennen mit Kör=

pern verbindet, ſo kann man füglich vorausſetzen, daß der Sauerſtoff der Feuerträger entweder den einen, oder den anderen dieſer Stoffe, oder beide enthalte: während der Sauerſtoff in anderen Zuſammenſetzungen davon frei iſt.

Der Sauerſtoff, der Feuerträger enthält Wärmeſtoff.

Ich bin geneigt zu glauben, daß der Sauerſtoff der Feuerträger nur allein Wärmeſtoff enthalte, während dieſer Stoff in anderen Fällen gänzlich fehlt, oder wenigſtens nicht in erforderlicher Menge vorhanden iſt. Ich werde dadurch zu dieſer Meinung veranlaßt, weil die Menge Wärmeſtoff, welche ſich während des Verbrennens entwickelt, ſtets mit der Menge des Sauerſtoffes, die ſich mit dem brennenden Körper verbindet, im Verhältniſſe ſteht, dieß iſt aber keineswegs in Anſehung des Lichtes der Fall. So verbindet ſich z. B. der Waſſerſtoff mit mehr Sauerſtoff, als irgend ein anderer Körper: und es iſt bekannt, daß die Wärme, welche beim Verbrennen des Waſſerſtoffes frei wird, größer ſey, als die, welche auf einem anderen Wege hervorgebracht wird; allein das ſich hierbei entwickelnde Licht iſt kaum bemerkbar.

Die brennbaren Stoffe enthalten Licht.

21. Es war längſt eine von den Chemiſten allgemein angenommene Meinung, daß ſich das Licht in einem fixirten Zuſtande in allen verbrennlichen Körpern befinde. Lavoiſier's Entdeckungen vermochten die meiſten, dieſe Meinung aufzugeben, indem er vorausſetzte, daß ſich das Verbrennen auf eine befriedigende Art ohne dieſe Annahme erklären laſſe. Ja die Anhänger dieſes großen Mannes hielten es ſogar für Pflicht, ſich dieſer Meinung aus allen Kräften zu widerſetzen, weil das fixirte Licht von denjenigen Naturforſchern, welche behaupteten, daß es einen Beſtandtheil der brennbaren Körper ausmache, unglücklicher=

weiſe den Namen Phlogiſton erhalten hatte, eine Benennung, welche ſie für völlig unverträglich mit der Wahrheit hielten. Dieſe Hypotheſe wurde aber doch gelegentlich zuerſt von Richter und Delametherie, und nachmals auf eine förmlichere Art von Gren erneuert. Allein die Chemiſten ſchenkten derſelben wenig Aufmerkſamkeit. Die auffallenden Erſcheinungen, welche Chenevix bei ſeinen Verſuchen über die überoxydirte Salzſäure wahrnahm, machten ihn eben dieſer Meinung geneigt; und ich bemühete mich, ſie durch einige Bemerkungen, welche ich in Nicholſon's Journal bekannt machte, zu unterſtützen *).

Es wird äußerſt wahrſcheinlich, daß das Licht mit dem brennbaren Körper verbunden ſey, wenn man erwägt, daß die Menge deſſelben, welche beim Verbrennen frei wird, gänzlich von der Beſchaffenheit der brennbaren Körper abhänge. Aus dem Phosphor entwickelt ſich eine ſehr große Menge, aus der Kohle eine geringere, und aus dem Waſſerſtoffe die geringſte; und dennoch iſt die Menge des Sauerſtoffes, welche ſich während dieſes Proceſſes mit dem brennbaren Körper verbindet, in den Fällen am größten, in welchen die Menge des Lichtes am kleinſten iſt. Außerdem hängt die Farbe des Lichtes in allen Fällen von der Beſchaffenheit des brennenden Körpers ab, welches gleichfalls ſich nicht füglich ereignen kann, wenn das Licht nicht aus dem brennen-

*) Nicholson's Journal 1803. p. 10. Portal hat einige ſehr richtige Erinnerungen gegen meine Bemerkungen gemacht, welche alle Aufmerkſamkeit verdienen. Da ich dieſen Gegenſtand weiter verfolgte, erhielt ich einige ziemlich auffallende Reſultate, die zwar einige der wichtigſten Einwürfe vernichten, allein mich doch auf andere geführt haben, welche ich nicht erwartet hatte.

den Körper abgeſchieden wird. Es iſt ferner eine bekannte Thatſache, daß, wenn Pflanzen im Finſtern wachſen, ſich kein brennbarer Stoff in ihnen bildet; die Gegenwart des Lichtes iſt demnach zur Bildung dieſer Subſtanzen unumgänglich erforderlich.

Dieſe und mehrere andere Erfahrungen, welche ich anführen könnte, geben der Meinung, daß das Licht einen Beſtandtheil der brennbaren Stoffe ausmache, einen beträchtlichen Grad der Wahrſcheinlichkeit; allein ſie können nicht als völlig entſcheidend angeſehen werden, auch iſt man nicht im Stande, alle die Einwürfe zu beantworten, welche ſich gegen dieſe Meinung machen laſſen. Zu gleicher Zeit muß man aber auch einräumen, daß keiner der Einwürfe, die man gegen dieſe Hypotheſe macht, einen poſitiven Beweis ihrer Falſchheit enthalte. Stets iſt es ein Beweis von der Schwierigkeit einer Unterſuchung, und von den geringen Fortſchritten welche man in derſelben gemacht hat, wenn ſich ſowohl für das Für als Wider einer Frage ſcheinbare Gründe vorbringen laſſen.

Erklärung des Verbrennens. 22. Dürfte man annehmen, daß der Sauerſtoff der Feuerträger Wärmeſtoff als Beſtandtheil enthält, während die brennbaren Körper Licht enthalten, ſo würde die Erklärung der beim Verbrennen vorkommenden Erſcheinungen keine Schwierigkeit haben. Der in den Feuerträgern enthaltene Sauerſtoff wäre eine zwiefache Zuſammenſetzung aus 1) einer Grundlage; 2) aus Wärmeſtoff. Die brennbaren Körper würden gleichfalls zwei Beſtandtheile enthalten, nämlich 1) eine Grundlage, 2) Licht. Während des Verbrennens verbindet ſich die Grundlage des Sauerſtoffes mit der Baſis des brennbaren Körpers, und bildet

das Produkt; indem zu gleicher Zeit der mit dem Sauerſtoffe verbundene Wärmeſtoff ſich mit dem Lichte des brennbaren Körpers vereinigt, und in dieſer Zuſammenſetzung als Feuer entweicht. Das Verbrennen würde demnach eine doppelte Zerſetzung ſeyn; der Sauerſtoff und der brennbare Körper theilen ſich jeder in zwei Beſtandtheile, welche ſich wieder paarweiſe vereinigen; die eine Zuſammenſetzung iſt das Produkt, die andere das Feuer, welches entweicht.

Hieraus ergiebt ſich der Grund, warum der Sauerſtoff der Produkte unfähig iſt, das Verbrennen zu unterhalten. Ihm fehlt der Wärmeſtoff. Auch dieſes wird erklärlich, warum kein Verbrennen ſtatt findet, wenn ſich der Sauerſtoff mit Produkten oder mit der Grundlage der Feuerträger vereinigt. Dieſe Körper enthalten kein Licht. Der im Sauerſtoffe enthaltene Wärmeſtoff wird demnach nicht abgeſchieden, und es entwickelt ſich kein Feuer. Dieſer Sauerſtoff behält demnach ſeinen Wärmeſtoff bei, und iſt fähig, ein Verbrennen hervorzubringen, wenn ihm ein Körper dargeboten wird, welcher Licht enthält, und deſſen Grundlage eine Verwandſchaft zum Sauerſtoffe hat. Man ſieht ferner, warum nur ein brennbarer Körper die Brennbarkeit der Grundlage eines Produkts wiederherſtellen kann. In allen dieſen Fällen findet eine doppelte Zerſetzung ſtatt. Der Sauerſtoff des Produktes verbindet ſich mit der Grundlage des brennbaren Körpers, während das Licht des brennbaren Körpers ſich mit der Grundlage des Produktes vereinigt.

23. Die Anwendung dieſer Theorie auf die Erſcheinungen des Verbrennens iſt ſo einleuchtend, daß ſie keine beſondere Erklärung nöthig macht. Sie ſetzt uns in Stand, mit gleicher Leichtigkeit einige auffallenden Erſcheinungen aufzu-

klären, welche bei der Bildung der ſchwefelhaltigen und phosphorhaltigen Zuſammenſetzungen ſtatt finden. Der Schwefel und Phosphor verbinden ſich mit den Metallen und mit einigen Erden. Dieſe Verbindung kann ohne Mitwirkung der Wärme nicht ſtatt finden; dadurch wird der Schwefel und Phosphor geſchmolzen. In dem Augenblicke, da ſie ſich mit den metalliſchen oder erdigten Grundlagen verbinden, wird die Zuſammenſetzung feſt, und fängt zu gleicher Zeit lebhaft zu glühen an, welches einige Zeit anhält. In dieſem Falle ſpielen der Schwefel und Phosphor die Rolle eines Feuerträgers; denn ſie werden geſchmolzen, und enthalten demnach eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff, das Metall, oder die Erde vertritt die Stelle eines brennbaren Körpers, und beide enthalten Licht als Beſtandtheil. In dem Augenblick der Verbindung vereinigt ſich der Schwefel oder Phosphor mit dem Metalle, oder der Erde, während der Wärmeſtoff des einen ſich mit dem Licht des anderen verbindet, und als Feuer entweicht. Dieſer Proceß könnte demnach ein Halbverbrennen genannt werden, durch welchen Ausdruck man andeuten will, daß bei ihm genau die Hälfte der karakteriſtiſchen Eigenſchaften des Verbrennens ſtatt findet.

Dritte Quelle.

Der Stoß.

Es iſt eine wohlbekannte Thatſache, daß durch das Aneinanderſchlagen harter Körper Wärme hervorgebracht wird. Wird ein Stück Eiſen ſtark und raſch gehämmert, ſo wird es glühend. Daß durch das Aneinanderſchlagen von Stahl und Stein Funken hervorgebracht werden, iſt eine ſo alltägliche Erfahrung, daß kaum eine Erwähnung derſelben nöthig

iſt. Noch nie hat man aber bemerkt, daß bei dem Stoß von Flüſſigkeiten oder weicher Körper, die leicht dem Stoße nachgeben, Wärme entwickelt werde.

Der Stoß bringt eine Verdichtung zuwege.

1. Die Entwicklung des Wärmeſtoffes durch den Stoß, ſcheint eine Folge der beſtändigen oder vorübergehenden Verdichtung des geſtoßenen Körpers zu ſeyn. Das ſpecifiſche Gewicht des Eiſens vor dem Hämmern beträgt 7,788, nach dem Hämmern 7,840: das des Platins vor dem Hämmern 19,50: nach dem Hämmern 23,00.

Der Wärmeſtoff wird durch Verdichtung entwickelt.

2. Die Verdichtung ſcheint ſtets Wärmeſtoff zu entwickeln, wenigſtens iſt das bei den Körpern der Fall, in welchen eine beträchtliche und beſtändige Verminderung des Volumens bewirkt werden kann. Wird gasförmige Salzſäure von Waſſer abſorbirt, ſo ſteigt die Temperatur dieſer Flüſſigkeit bald auf 100°; eine noch höhere Temperatur wird hervorgebracht, wenn gasförmiges Ammonium und gasförmige Salzſäure, ſich zu einem feſten Salze vereinigen. Wird kohlenſaure Kalkerde in Schwefelſäure aufgelöſt, ſo wird eine beträchtliche Menge Wärme frei. In dem angeführten Falle geht die Säure und das in ihr enthaltene Waſſer zum Theil aus dem Zuſtande eines tropfbar flüſſigen in den eines feſten Körpers über, und das Volumen wird beträchtlich vermindert. Es iſt gleichfalls bekannt, daß, wenn die Luft ſchnell verdichtet wird, ein von ihr umgebenes Thermometer um mehrere Grade ſteige *). Von der Schnelligkeit, mit welcher dieſes Steigen erfolgt, nahm Dalton zu der Bemerkung Veran-

*) Darvin Phil. Trans. 1788.

laſſung, daß eine ungleich größere Menge Wärmeſtoff entwickelt werde, als das Thermometer anzeigt. Es folgt aus ſeinen Verſuchen, daß, wenn die athmosphäriſche Luft durch Verdichten ſchnell auf die Hälfte ihres Volumens zurückgebracht wird, die Temperatur derſelben um 50° ſteige*). Dieſelbe Veränderung findet ſtatt, wenn man Luft ſchnell in einen luftleeren Raum eindringen läßt. Es iſt kaum zu bezweifeln, daß die Erhöhung der Temperatur weit mehr als 50° betragen müſſe, wenn die Erfahrung von Mollet richtig iſt, daß ein kleines Stückchen leinenes Zeug, welches zuſammengerollt worden, ſich entzünde, wenn man es in die enge Röhre ſteckt, in welche ſich das untere Ende einer Luftpumpe, deren man ſich gewöhnlich zum Verdichten der Luft bedient, endigt**).

Auf der anderen Seite findet, wenn ein Körper ſchnell verdünnt wird, eine Verminderung der Temperatur ſtatt. Dalton hat gezeigt, daß wenn die Luft aus einem gläſernen Recipienten ausgepumpt wird, die Temperatur um 50° ſinkt***).

3. Es iſt leicht einzuſehen, warum das Verdichten Ent-

---

*) Manchester Mem. V, 515.

**) Pictet Phil. Mag. XIV, 364. Hiermit iſt die Erſcheinung des ſchwachen Lichtſcheines verwandt, welcher die Mündung einer Windbüchſe, welche im Finſtern losgeſchoſſen wird, umgiebt. Dieſe merkwürdige Erſcheinung, die noch nicht auf eine befriedigende Art erklärt worden iſt, wurde zuerſt von Fletcher (Nicholson's Journal 1803. IV, 280.) und nachmals von Mollet bemerkt. Man ſehe Phil. Mag. Ebendaſ. Mollet's Verſuche haben ſich bei der Wiederholung vollkommen bewährt.

Anm. d. Ueberſ.

***) Manchester Mem. V, 515.

wickelung des Wärmeſtoffes, das Verdünnen das Gegentheil bewirken muß. Zwingt man die Theilchen eines Körpers einander näher zu rücken, ſo wird die Repulſivkraft des mit ihnen verbundenen Wärmeſtoffes vergrößert, und es wird ein Theil deſſelben zu entweichen geneigt ſeyn. Iſt eine Menge Eiſen gehämmert worden, ſo findet man, daß ſie härter und ſpröder geworden iſt; ſie muß demnach dichter geworden ſeyn, und folglich einen Theil des Wärmeſtoffes verloren haben. Eine hinzukommende Beſtätigung hiervon iſt, daß dieſelbe Stange ſich nicht zum zweitenmale durch Hämmern erwärmen läßt, es ſey denn, daß ſie einige Zeit geglühet worden: ſonſt iſt ſie zu ſpröde, und ſpringt unter dem Hammer in Stükken. Nun aber ſcheint die Sprödigkeit in ſehr vielen Fällen vom Mangel der gewöhnlichen Menge Wärmeſtoff herzurühren. Nicht gekühltes, oder ſehr ſchnell abgekühltes Glas iſt ſtets ausnehmend ſpröde. Im geſchmolzenen Glaſe iſt eine außerordentliche Menge Wärmeſtoff angehäuft, die Repulſionskraft zwiſchen den Theilchen deſſelben muß demnach ſehr groß ſeyn; ſo groß, daß ſie in jeder Richtung mit außerordentlicher Geſchwindigkeit entfliehen würden, wenn ſie nicht eine unglaublich große Menge Wärmeſtoff in den umgebenden Körpern zurückhielte. Wird demnach der umgebende Wärmeſtoff hinweggenommen, ſo entweicht der Wärmeſtoff des Glaſes auf einmal, und es verläßt eine größere Menge Wärmeſtoff das Glas, als es unter anderen Umſtänden der Fall geweſen wäre, weil die Schnelligkeit der Theilchen ausnehmend vergrößert iſt. Die Sprödigkeit des Glaſes rührt demnach wahrſcheinlich von dem Mangel des Wärmeſtoffes her; und es iſt kaum zu bezweifeln, daß die Sprödigkeit des Eiſens dieſelbe Urſache habe, vorzüglich, wenn man ſich er-

innert, daß ſie durch einen neuen Zufluß von Wärmeſtoff gehoben werden kann.

Die Verdichtung vermindert den ſpecifiſchen Wärmeſtoff.

4. Es verdient gleichfalls bemerkt zu werden, daß die Verdichtung den ſpecifiſchen Wärmeſtoff der Körper vermindert. Wird einer von den, zu Wedgewood's Pyrometer, gehörenden Thoncylindern bis zu 120° erhitzt, ſo wird ſein Volumen um die Hälfte vermindert, ungeachtet er nur zwei Gran am Gewichte verloren hat, und ſein ſpecifiſcher Wärmeſtoff, iſt zugleich um ein Drittheil kleiner geworden *). Man kann ſich aber eine Verminderung des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes eines Körpers unmöglich denken, ohne daß zu gleicher Zeit Wärmeſtoff frei geworden wäre.

Warum Wärme durch das Schlagen entwickelt wird.

5. Dieſe Beobachtungen ſind hinreichend, um zu erklären, warum Wärmeſtoff durch den Stoß entwickelt werde. Er wird gezwungen aus den Theilchen des geſchlagenen Körpers, mit denen er verbunden war, herauszudringen. Allein ein Theil des Wärmeſtoffes, der ſich nach dem Stoße entwickelt, entſteht oft auf eine andere Art. Durch die Verdichtung, wird ſo viel Wärmeſtoff entbunden, als hinreichend iſt, um die Temperatur einiger der Theilchen des Körpers ſo ſehr zu erheben, daß ſie ſich mit dem Sauerſtoffe der Athmoſphäre verbinden können. Dieſe Verbindung findet wirklich ſtatt, nud es kommt eine beträchtliche Menge Wärme dadurch hinzu, die durch Zerſetzung der Luft abgeſchieden wird. Daß dieſes beim Zuſammenſchlagen des Stahles und Feuerſteines der Fall ſey, kann nicht geläugnet werden; denn die Funken ſind kleine

*) T. Wedgewood Phil. Trans. 1792.

Stückchen Eiſen, welche ſich bei ihrem Durchgange durch die Luft mit dem Sauerſtoffe derſelben verbinden, und dadurch glühend werden; man kann ſich hievon leicht überzeugen, wenn man ſie einer genauen Unterſuchung unterwirft. Hawksbee und andere haben gezeigt, daß Stahl und Stein im Vacuum der Luftpumpe keine Funken geben, Kirwan hat die Bemerkung gemacht, daß wenn dieſer Verſuch unter Brunnenwaſſer angeſtellt wird, Funken zum Vorſchein kommen.

Es iſt nicht ſo leicht den Grund aufzufinden, woher bei dem Zuſammenſchlagen zweier nicht brennbaren Stoffe, das Freiwerden des Wärmeſtoffes komme. In dem letzten Kapitel wurde angeführt, daß bei dem Zuſammenſchlagen zweier Stücke Quarz, Feuerſtein, Feldſpath, oder anderer ähnlicher harten Steine, Licht entwickelt werde. Es wird gleichfalls, wie aus dem Ganzen der Erſcheinung hervorgeht, unter dieſen Umſtänden Wärmeſtoff entwickelt. T. Wedgewood fand, daß wenn ein Stück Fenſterglas mit einem ſich im Kreiſe bewegenden Sandſteine in Berührung gebracht wurde, daſſelbe an den Berührungspunkten glühend wurde, und daß ſich von demſelben Theilchen trennten, welche Schießpulver und Waſſerſtoffgas entzündeten *). Wir müſſen entweder annehmen, daß in allen dieſen Fällen der Wärmeſtoff nur allein durch Verdichtung hervorgebracht werde, oder wir müſſen bekennen, daß dieſe Erſcheinung unerklärlich ſey. Dieß iſt der einzige Fall, in dem, ohne daß die Mitwirkung des Sauerſtoffes erwieſen, oder auch nur wahrſcheinlich gemacht werden kann, das Freiwerden von Licht und Sauerſtoff ſtatt findet.

*) Phil. Trans. 1792. p. 45.

Die Erſcheinung von Licht, welche das Aneinanderſchlagen gewiſſer Körper im luftleeren Raume begleitet, und auch bei einigen Körpern ſtatt findet, die das Verbrennen nicht unterhalten können, ſcheint eine Wirkung der Electricität zu ſeyn; denn Davy hat bemerkt, daß alle ſolche Körper electriſch ſind. Sie ſind häufig auch phosphorescirend, welche Eigenſchaft aus derſelben Quelle abgeleitet werden kann *).

Vierte Quelle.

Das Reiben.

Die Entwicklung des Wärmeſtoffes durch Reiben.

Der Wärmeſtoff wird nicht allein durch den Stoß, ſondern auch durch das Reiben entwikkelt. Man kann Feuer hervorbringen, wenn man Stücke trocknes Holz ſtark aneinander reibt. Es iſt eine bekannte Thatſache, daß die ſchwer beladenen Wagen oft durch das Reiben der Achſe in der Höhle des Rades entzündet werden.

Rührt nicht von der Verdichtung her.

Auf welche Art wird nun der Wärmeſtoff durch das Reiben entwickelt, oder angehäuft? Nicht dadurch, daß die Dichte der aneinandergeriebenen Körper vermehrt wird, wie es bei dem Stoße der Fall war, denn man kann auch Wärme dadurch hervorbringen, daß man weiche Körper aneinander reibt. Die Dichtigkeit der letzteren kann unmöglich vermehrt werden, wie ſich auch jeder leicht überzeugen kann, wenn er dadurch Wärme hervorbringt, daß er die eine Hand ſtark an der andern reibt. Es iſt zwar bekannt, daß durch Reiben von Flüſſigkeiten Wärme nicht

---

*) Journal of the Royal Instit. I, 264.

hervorgebracht werden kann; ſie geben aber zu ſtark nach, als daß ſie ſtark genug gerieben werden könnten. Es rührt nicht davon her, daß der ſpecifiſche Wärmeſtoff der geriebenen Körper abnimmt, denn Rumford fand keine merkliche Abnahme *), und wenn eine Abnahme ſtatt fände, ſo würde ſie doch nicht beträchtlich genug ſeyn, um daraus die große Menge von Wärmeſtoff, welche ſich zuweilen beim Reiben entwickelt, ableiten zu können.

Auch nicht von der Abnahme des ſpecifiſchen Wärmeſtoffes.

Rumford nahm einen Kanonenlauf, rauh und ungebohrt, wie er aus der Gießerei kommt. Er ließ das Ende deſſelben abſchneiden. Indem das Metall an dieſem Theile herunter gedrehet wurde, entſtand ein voller Cylinder der $7\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer und $9\frac{8}{10}$ Zoll in der Länge hatte. Dieſer blieb mit dem übrigen Theile des Metalles vermittelſt eines kleinen cylindriſchen Halſes verbunden. In dieſen Cylinder wurde eine Oeffnung gebohrt, die 3,7 Zoll im Durchmeſſer und 7,2 Zoll in der Länge hatte. In die Höhlung wurde ein ſtumpfer, ſtählerner Bohrer gebracht, der durch Pferde ſo bewegt wurde, daß er ſich am Boden der Höhlung rieb. Zu gleicher Zeit wurde eine kleine Oeffnung iu deu Cylinder ſenkrecht gegen den Bohrer gemacht, die ſich in dem maſſiven Theile des Cylinders etwas hinter dem Bohrer endigte: ſie hatte zur Abſicht, ein Thermometer in dieſelbe zu bringen, um die Temperatur des Cylinders zu meſſen.

Der Cylinder wurde mit Flanell umwickelt, um die Wärme zuſammenzuhalten. Der Bohrer wurde gegen den Boden der Oeffnung mit einer Kraft, die 10000 Pfund gleich

*) Nicholson's Journal II, 106.

war, gedrückt, und der Cylinder 32mal in einer Minute um ſeine Achſe bewegt. Bei dem Anfange des Verſuches war die Temperatur des Cylinders 60°; nach Verlauf von 30 Minuten, nachdem derſelbe 960 Umläufe gemacht hatte, war ſeine Temperatur 130°. Die Menge des Metallſtaubes, die durch dieſes Reiben abgelöſt wurde, betrug dem Gewichte nach 837 Gran. Wollte man annehmen, daß ſich aller Wärmeſtoff aus dieſem Staube entwickelt hätte, ſo müßten, da er genau $\frac{1}{948}$ von der Maſſe des Cylinders betrug, von ihm, um die Temperatur des Cylinders um 1° zu erhöhen, 948° Wärmeſtoff hergegeben worden ſeyn. Da nun die Temperatur des Cylinders auf 130° geſtiegen war, folglich um 70° zugenommen hatte, ſo würde die Menge des hierzu erforderlichen Wärmeſtoffes 66360° betragen, eine Menge, die ſo groß iſt, daß ſie unmöglich durch die abgeriebenen Theile hervorgebracht ſeyn kann *).

Auch kann der Wärmeſtoff, der ſich während des Reibens entwickelt, nicht von der Verbindung des Sauerſtoffes mit den Körpern ſelbſt, oder einem Theile derſelben, herkommen. Pictet befeſtigte an die Achſe eines in einem Uhrwerke befindlichen Rades, kleine Schalen. Die Einrichtung war ſo getroffen, daß ſie ſich mit großer Schnelligkeit bewegten, und ſich an verſchiedenen Subſtanzen, die an ihrer Außenſeite befeſtigt waren, rieben; während ein, in ihrem Innern angebrachtes ſehr empfindliches Thermometer, die dadurch hervorgebrachte Temperatur anzeigte. Die Maſchine war klein genug, daß ſie unter die Glocke einer Luftpumpe geſtellt werden konnte. Vermittelſt dieſer Vorrichtung wurde

*) Nicholson's Journal II, 106.

ein Stück Diamantſpath in freier Luft an einer ſtählernen Schale gerieben. Es ſprühten die ganze Zeit hindurch eine Menge Funken umher, allein das Thermometer zeigte keine höhere Temperatur an. Derſelbe Verſuch wurde unter einen luftleergemachten Recipienten angeſtellt, es erzeugten ſich keine Funken, doch konnte man im Finſtern ein phosphoriſches Licht wahrnehmen. Das Thermometer ſtieg nicht.

Der Verſuch wurde mit folgenden Abänderungen wiederholt. Es wurde ſtatt der ſtählernen Schale eine kleine Schale von Meſſing genommen, und dieſelbe an einem Stück Meſſing gerieben. Das Thermometer, deſſen Kugel die innere Höhlung der Schale faſt ganz ausfüllte, ſtieg um 0,3°; fing aber nicht eher zu ſteigen an, als bis das Reiben vorüber war. Dieß beweiſt, daß die in der Luft hervorgebrachte Bewegung, den Wärmeſtoff in demſelben Augenblicke, da er frei wurde, fortführte. Unter dem luftleer gemachten Recipienten ſtieg er in demſelben Augenblicke, da das Reiben anfing, und zwar in allem 1,2°. Wurde ein Stückchen Holz an der meſſingenen Schale in freier Luft gerieben, ſo ſtieg das Thermometer um 0,7°, wurde auch eine hölzerne Schale genommen, ſo ſtieg es 2,1° und im luftleeren Raume 2,4°; in Luft, die ſoweit verdichtet war, daß ihr Druck dem der Athmosphäre $1\frac{1}{4}$ mal genommen gleich war, um 0,5° *).

Sollte man dieſe Verſuche für nicht bündig genug halten, ſo kann ich andere anführen, die nicht den mindeſten Zweifel übrig laſſen, daß die durch Reiben hervorgebrachte Wärme nicht mit der Zerſetzung des Sauerſtoffgaſes in Verbindung

*) Pictet Verſuche über das Feuer. S. 184 ff.

bindung ſtehe. Rumford änderte den oben beſchriebenen Verſuch dahin ab, daß er den Cylinder in eine mit Waſſer gefüllte Büchſe einſchloß. Er erreichte dadurch vollkommen die Abſicht, da ſowohl der Cylinder, als der Bohrer mit Waſſer umgeben waren, daß die Luft völlig abgehalten wurde; zu gleicher Zeit wurde dadurch die Bewegung der Maſchine nicht im mindeſten verhindert. Das Waſſer wog 18,77 Pfund, und ſeine Temperatur betrug zu Anfange des Verſuches 60°. Nachdem der Cylinder eine Stunde lang ſo ſchnell bewegt worden war, daß er 32 Umläufe in einer Minute machte, ſo war die Temperatur des Waſſers 107°, nach Verlauf von anderthalb Stunden war ſie 178°, und nachdem der Verſuch drittehalb Stunden gedauert hatte, kochte das Waſſer. Nach der Schätzung von Rumford würde der Wärmeſtoff, welcher unter dieſen Umſtänden entwickelt wurde, die Temperatur von 26,58 Pfund Waſſer vom Gefrierpunkt bis auf den Siedepunkt haben erheben können. Hätte man dieſelbe Wirkung durch einen brennenden Körper hervorbringen wollen, ſo würde man 9 Wachskerzen von mäßiger Größe, die mit heller Flamme, ſo lange, als der Verſuch dauerte, brannten, hierzu nöthig gehabt haben. Bei dieſem Verſuche wurde dem Waſſer der Zutritt in die Höhle des Cylinders, wo die Reibung ſtatt fand, gänzlich verſchloſſen. In einem anderen Verſuche, wo das Waſſer freien Zutritt hatte, war der Erfolg genau derſelbe *).

Und folglich bis jetzt unerklärlich

Der Wärmeſtoff, welcher durch die Reibung hervorgebracht wird, rührt demnach weder von einer Zunahme der Dichte, noch von einer Aenderung des ſpe-

*) Nicholson's Journal II, 106.

ciſiſchen Wärmeſtoffes der geriebenen Subſtanzen, noch von der Zerſetzung des Sauerſtoffes der Athmosphäre her. Woher rührt er aber denn? Dieſe Frage läßt ſich bis jetzt nicht beantworten: allein man hat keinesweges Grund, mit Rumford zu ſchließen, daß es in der Natur keine eigene Subſtanz gebe, welche die Eigenſchaften des Wärmeſtoffes beſitze, ſondern daß dieſe durch eine eigenthümliche Bewegung hervorgebracht werde; denn die im Vorhergehenden beigebrachten Thatſachen beweiſen das Daſeyn des Wärmeſtoffes als einer Subſtanz.

Könnte man zeigen, daß die Anhäufung des Wärmeſtoffes durch Reiben mit der Subſtanzialität deſſelben unverträglich ſey, ſo würde ſich gegen Rumford's Schlüſſe allerdings nichts einwenden laſſen: allein dieß iſt noch nicht geſchehen. Wir ſind gewiß bis jetzt noch zu wenig mit den Geſetzen der Bewegung des Wärmeſtoffes bekannt, als daß wir mit Zuverläßigkeit behaupten könnten, daß das Reiben den Wärmeſtoff in den geriebenen Körpern anhäufen könne. Wir wiſſen wenigſtens, daß dieſes bei der Elektricität der Fall ſey. Noch hat es keinem gelingen wollen, zu zeigen, auf welche Art dieſelbe durch Reiben angehäuft werde, und doch hat man dieſes noch nie für einen zureichenden Grund gehalten, das Daſeyn derſelben zu läugnen.

Analogie zwiſchen Wärmeſtoff und Elektricität.

Es ſcheint wirklich eine ſehr große Analogie zwiſchen dem Wärmeſtoffe und der elektriſchen Materie ſtatt zu finden. Beide verbreiten ſich gleichförmig; beide dehnen die Körper aus, beide ſchmelzen Metalle, und beide entzünden brennbare Stoffe. Achard hat gezeigt, daß man ſich der Elektricität ſtatt des Wärmeſtoffes, auch in denen Fällen bedienen könne, wo ſeine Wirkung vorzüglich

nöthig zu ſeyn ſcheint. Er fand, daß, wenn er Eiern ununterbrochen eine beſtimmte Menge Elektricität zuführte, dieſelben eben ſo ausgebrütet wurden, als wenn man ſie einer Temperatur von 103° ausſetzte. Ein Zufall verhinderte das Auskriechen der Küchlein, allein ſie waren völlig gebildet und lebend, und es fehlten nur 2 Tage, ſo würden ſie die Schale durchbrochen haben.

Die Elektricität hat auch einen beträchtlichen Einfluß auf das Erwärmen und Abkühlen der Körper. Pictet machte eine gläſerne Kugel, deren kubiſcher Inhalt 1200,199 Kubikzoll betrug, ſoweit luftleer, daß die Elaſticität des zurückbleibenden Fluidums mit 1,75 Linien Queckſilber in der Barometerprobe das Gleichgewicht hielt. In der Mitte der Kugel war ein Thermometer an einer gläſernen Stange, die vom Boden der Kugel bis beinahe an das entgegengeſetzte Ende derſelben reichte, befeſtigt. Gerade über von der Kugel dieſes Thermometers waren zwei brennende Kerzen aufgeſtellt, deren Strahlen vermittelſt zweier Hohlſpiegel auf die Kugel des Thermometers geworfen wurden. Die Kerzen und die Kugel ſtanden auf derſelben Unterlage, die iſolirt war. Zwei und einen halben Fuß von der Kugel war eine Elektriſirmaſchine befindlich, welche vermittelſt eines metallenen Leiters mit einem Ringe, der am Halſe der Kugel befindlich war, dieſer Elektricität zuführen konnte. Die Maſchine arbeitete ununterbrochen ſo lange, als der Verſuch dauerte; es ſtrömte demnach unabläſſig eine beträchtliche Menge elektriſcher Materie in die Kugel, welche nach Pictet's Ausdruck, nicht allein eine elektriſche Athmosphäre in derſelben, ſondern auch in einiger Entfernung um dieſelbe bildete, wie man aus der unvollkommenen Art, mit welcher

die Lichte brannten, abſehen konnte. Als der Verſuch anfing, ſtand das Thermometer auf 49,8°, es ſtieg aber in 732 Sekunden auf 70,2°.

Derſelbe Verſuch wurde wiederhohlt, allein ohne daß der Kugel elektriſche Materie zugeführt wurde; das Thermometer ſtieg in 1050 Sekunden von 49,8° auf 70,2°, ſo daß die Elektricität die Erwärmung beinahe um ein Drittheil beſchleunigte. Bei dem erſten Verſuche ſtieg das Thermometer nur auf 71,3°, beim zweiten hingegen auf 77°. Dieſer Unterſchied rührte ohne Zweifel davon her, daß die Kerzen beim zweiten Verſuche beſſer, als beim erſten brannten, denn bei den zwei folgenden Verſuchen, die genau auf dieſelbe Art angeſtellt wurden, war das Maximum gleich, es mochte elektriſche Materie zugegen ſeyn, oder nicht.

Dieſe Verſuche wurden mit dem Unterſchiede wiederhohlt, daß die Kerzen dadurch iſolirt wurdeu, daß man die Leuchter auf gläſerne Gefäße, die mit Siegellack überzogen waren, ſetzte. Das Thermometer ſtieg in der elektriſchen Leere in 1050 Sekunden von 52,2° auf 74,7°; in dem nicht elektriſchen Vacuum erreichte es dieſelbe Höhe in 965 Sekunden. In dem elektriſchen Vacuum erreichte das Thermometer überhaupt die Höhe von 77°, in dem nicht elektriſchen von 86°. Aus dieſen Verſuchen folgt, daß, wenn die Kugeln und die Kerzen mit einander in Verbindung waren, die Elektricität die Erwärmung des Thermometers beförderte; wenn aber jedes derſelben beſonders iſolirt wurde, dieſelbe zurückhielt *).

Man möchte geneigt ſeyn, die Mitwirkung der Elek-

*) Pictet über das Feuer. Kap. 6.

tricität in folgenden Verſuche von Pictet zu vermuthen. In eine von den meſſingenen Schalen wurde etwas Baumwolle gebracht, um das Zerbrechen der Thermometerkugel zu verhindern. Bei dem Umdrehen der Schale rieben ſich 2 oder 3 Fäden der Baumwolle an der Thermometerkugel, und ohne ein anderes Reiben, ſtieg das Thermometer 5° oder 6°. Da man die Einrichtung traf, daß ſich eine größere Menge Baumwolle an der Thermometerkugel rieb, ſo ſtieg das Thermometer 15° *).

Ich will aus dieſen Verſuchen keine andere Folgerung ziehen, als daß die Elektricität oft auf das Erwärmen der Körper Einfluß habe, und daß vielleicht ein ſolches Agens bei der Anhäufung der Wärme durch Reiben thätig ſey. Setzt man voraus, daß die Elektricität wirklich eine Subſtanz ſey, und ſieht man es als ausgemacht an, daß ſie vom Wärmeſtoff verſchieden ſey, enthält ſie dann nicht wahrſcheinlich eben ſo gut Wärmeſtoff als die übrigen Körper? Hat ſie nicht ein Beſtreben, ſich durch Reiben in allen Körpern, ſie mögen Leiter oder Nichtleiter ſeyn, anhäufen zu laſſen? Kann ſie nicht in den Körpern angehäuft werden, die an einander gerieben werden? Oder wann letztere gute Leiter ſind, kann ſie nicht während des Reibens in großer Menge durch ſie hindurchgehen? Kann ſie nicht etwas von ihrem Wärmeſtoffe wegen größerer Verwandſchaft, oder aus irgend einer andern Urſache an dieſelben abgeben? Und iſt dieſes nicht vielleicht die Quelle des durch das Reiben hervorgebrachten Wärmeſtoffes?

---

*) Pictet, Verſuche über das Feuer.

Fünfte Quelle.

Die Miſchung.

Die Miſchung verändert die Temperatur.

Es iſt eine ſehr bekannte Thatſache, daß in vielen Fällen, wo ſich zwei Subſtanzen chemiſch mit einander verbinden, eine Veränderung der Temperatur ſtatt findet. In einigen Fällen wird die Miſchung kälter, als ſie vorher war, in anderen heißer. In dem dritten Abſchnitte der vorhergehenden Abtheilung iſt ein ſehr vollſtändiges Verzeichniß von den Miſchungen der erſten Art gegeben worden. Es bleibt uns noch übrig, die Natur der zweiten Art zu unterſuchen, und wo möglich die Urſache der Veränderung der Temperatur auszumitteln.

Das Waſſer iſt hiezu weſentlich.

1. Es verdient vorzügliche Aufmerkſamkeit, daß das Waſſer von faſt allen Miſchungen, bei welchen eine Veränderung der Temperatur ſtatt findet, einen weſentlichen Beſtandtheil ausmache. Die einzige Ausnahme von dieſer Regel, ſind einige gasförmigen Subſtanzen, die wie z. B. die gasförmige Salzſäure, und das gasförmige Ammonium durch ihre Vereinigung einen feſten Körper bilden. Im Augenblicke der Vereinigung, wird eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff frei. Allein eben dieſe gasförmigen Körper, enthalten eine beträchtliche Menge Waſſer, welches wahrſcheinlich an der hervorgebrachten Wirkung einen nicht geringen Antheil hat.

Die Natur der Veränderung hängt von dem Antheile des Waſſers ab.

2. In ſehr vielen Fällen hängt die beſondere Veränderung der Temperatur, welche durch die Miſchung hervorgebracht wird, von der Menge Waſſer ab, die vorher mit einem der Beſtandtheile verbunden wurde; denn dieſelben Beſtandtheile

können, je nachdem dieſes Verhältniß verſchieden iſt, Wärme oder Kälte hervorbringen. Die Verſuche von Lowitz und Walker haben gelehrt, daß wenn Salze, die in ihrer Miſchung eine beträchtliche Menge Waſſer haben, wie das kohlenſaure Natrum, ſchwefelſaure Natrum, die ſalzſaure Kalkerde u. ſ. w. in Waſſer aufgelöſt werden, eine beträchtliche Verminderung der Temperatur erfolge, und daß dieſe Verminderung mit der Schnelligkeit der Auflöſung im Verhältniſſe ſtehe. Werden aber dieſelben Salze nachdem ihnen vorher durch Hitze das Waſſer entzogen worden, aufgelöſt, ſo wird die Temperatur der Miſchung beträchtlich erhöht.

Eine Zunahme der Dichte entwickelt Wärme.

3. Man kann es als ein Geſetz betrachten, von dem keine Ausnahme ſtatt findet, daß wenn die, durch die Vereinigung zweier Körper hervorgebrachte Zuſammenſetzung flüſſiger oder weniger dicht iſt, als die mittlere Dichte oder Flüſſigkeit beider Subſtanzen vor der Vermiſchung, daß dann die Temperatur abnimmt; iſt hingegen die Dichte der neuen Zuſammenſetzung größer, oder die Flüſſigkeit geringer, als die Mittelzahl der Dichte und Flüſſigkeit der beiden Subſtanzen vor der Miſchung, ſo findet eine Erhöhung der Temperatur ſtatt; und die Erhöhung iſt dem Unterſchiede beinahe proportionirt. Wenn z. B. Schnee und Kochſalz vermiſcht werden, ſo ſchmelzen ſie allmählich, und nehmen den Zuſtand einer Flüſſigkeit an. So lange wie das Schmelzen der Miſchung dauert, iſt die Temperatur derſelben 0, oder noch niedriger; iſt hingegen die Auflöſung gänzlich beendigt, ſo nimmt die Temperatur zu. Auf der anderen Seite, wenn Weingeiſt und Waſſer mit einander vermiſcht werden, findet eine Verdichtung ſtatt; denn das ſpecifiſche Gewicht iſt größer, als das mittlere. Die Temperatur der

Miſchung muß demnach größer werden. Miſcht man vier Theile Schwefelſäure und einen Theil Waſſer, ſo nimmt die Dichte beträchtlich zu, dem zufolge ſteigt die Temperatur der Miſchung plötzlich auf beinahe 300°.

4. Man ſieht jetzt den Grund ein, warum diejenigen Salze, welche eine beträchtliche Menge Waſſer enthalten, bei ihrer Auflöſung Kälte erzeugen. Das Waſſer, in ſofern es einen Beſtandtheil derſelben ausmacht, war in einem feſten Zuſtande; wird aber bei der Auflöſung des Salzes flüſſig. Da nun dieſe Salze, wenn ihnen das Waſſer entzogen worden, bei ihrer Auflöſung Wärme erregen, ſo iſt es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß, ehe ſie aufgelöſt werden, ſich ein Theil des Waſſers im feſten Zuſtande, oder wenigſtens in einem beträchtlich dichteren Zuſtande mit ihnen verbindet.

Das Feſtwerden des Waſſers erregt Wärme.

5. Geht das Waſſer in einen feſten Zuſtand über, ſo wird eine beträchtliche Menge Wärme entwickelt. Daher kommt es, daß eine große Menge Wärme erregt wird, wenn man Waſſer auf gebrannten Kalk ſpritzt. Ein Theil des Waſſers verbindet ſich mit der Kalkerde, und ſtellt ein ganz trockenes Pulver dar. Aus eben dem Grunde wird Wärme frei, wenn Kalkerde in Schwefelſäure geworfen wird.

6. Der Innbegriff dieſer Erſcheinungen, ſo wie die Entwickelung der Wärme bei der Fäulniß und Gährung, laſſen ſich befriedigend aus Black's Theorie von der verborgenen Wärme erklären. Der Zuſtand des Flüſſigſeyns wird in allen Fällen durch Verbindung des Wärmeſtoffes mit demjenigen Körper, welcher flüſſig wird, hervorgebracht. Es muß demnach eine Miſchung, wenn ſie flüſſig wird, Wärmeſtoff abſorbiren, oder was daſſelbe iſt, ſie muß Kälte hervorbringen. Auf der anderen Seite muß, wenn ein flüſſiger Körper feſt

wird, Wärme entwickelt werden; denn ein flüſſiger Körper kann nur dadurch feſt werden, daß er den Wärmeſtoff fahren läßt, durch den ſein Flüſſigſeyn bewirkt wurde. Allein die Anwendung dieſer Theorie auf alle Fälle, wo die Miſchung Veränderungen der Temperatur hervorbringt, iſt ſo einleuchtend, daß es ganz überflüſſig ſeyn würde, wenn ich hierüber noch fernere Erläuterungen geben wollte.

So weit reichen unſere bisherigen Kenntniſſe über die Quellen des Wärmeſtoffes. Dieſer Gegenſtand gehört zu den intereſſanteſten, aber auch zu den verwickeltſten Theilen in der Chemie. Daher rühren die Zweifel und die Ungewißheit, in die er gehüllt iſt, aller Mühe und alles Scharfſinnes ungeachtet, durch welche man ihn aufzuklären ſuchte. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Quellen des Lichtes und der Wärme genau dieſelben ſind, und daß dieſe beiden Subſtanzen gewöhnlich einander zu begleiten pflegen.

Drittes Kapitel.

Von den einfachen Stoffen im Allgemeinen.

Ich habe die Unterſuchung beider Abtheilungen der einfachen Stoffe beendigt. Ihre Anzahl beträgt 32; doch ſind keineswegs unter dieſer Zahl alle diejenigen begriffen, deren fernere Zerſetzung der Chemiſt vergeblich verſucht hat. Außer den in den vorhergehenden Abſchnitten beſchriebenen 32 Stoffen, giebt es noch zwölf andere, deren Beſtandtheile gleichfalls unbekannt ſind, ſo daß die Zahl der unzerlegten Stoffe 44 ausmacht. Dieſe zwölf, von denen jetzt die Rede

ſeyn wird, ähneln ſo ſehr andern Stoffen, deren Beſtandtheile bekannt ſind, daß es unſchicklich ſeyn würde, wenn man ſie trennen wollte; ein Umſtand der es ſehr wahrſcheinlich macht, daß ſie gleichfalls Zuſammenſetzungen ſind, und aus ähnlichen Beſtandtheilen beſtehen, wie die Stoffe derjenigen Klaſſen, denen ſie ſich in ihren übrigen Eigenſchaften ſo ſehr nähern.

Einfache Stoffe die auf das Verbrennen Einfluß haben.

Ich bekenne übrigens, daß nicht dieſer Umſtand allein mich dazu beſtimmte, die Zahl der einfachen Stoffe auf 32 zu beſchränken. Dieſe 32 ſind entweder durch gemeinſame Eigenſchaften mit einander verbunden, oder ſie ſpielen bei dem Akt des Verbrennens — bei weitem dem wichtigſten, welcher ſich den Unterſuchungen des Chemiſten darbietet — eine wichtige Rolle; während die übrigen unzerſetzten Körper in keiner ſolchen Verbindung unter einander ſtehen.

Alle die 32 Stoffe, in der Ordnung in welcher ich ſie beſchrieben habe, nehmen an dem Verbrennen Antheil, und dienen dazu, daſſelbe zu erklären. Die Kenntniß dieſer Eigenſchaften iſt nothwendig, um dieſen ſo verwickelten Proceß einzuſehen, und aus dieſem Geſichtspunkte betrachtet, bilden ſie ein ſchönes Ganze, in welchem mehr wiſſenſchaftliche Anordnung als in irgend einem andern Theile der Chemie anzutreffen iſt. Aus dieſem Grunde will ich noch einiges über dieſen Gegenſtand ſagen.

Der Sauerſtoff verbindet ſich, und zwar in verſchiedenen Verhältniſſen, mit allen übrigen ſperrbaren einfachen Stoffen. Mit den einfachen unverbrennlichen vereinigt er ſich ohne Freiwerden von Licht und Wärme, und die dadurch gebildeten Zuſammenſetzungen ſind alle **Feuerträger** (sup-

porters of combuſtion) *). Mit den einfachen brennbaren Stoffen verbindet ſich der Sauerſtoff gleichfalls, und dieſe Vereinigung iſt mit der Entwickelung von Licht und Wärme vergeſellſchaftet; dieſe Zuſammenſetzungen ſind Produkte des Verbrennens. Mit den Metallen verbindet ſich der Sauerſtoff zum Theil mit, zum Theil ohne Freiwerden von Wärme, und dadurch werden zwei Klaſſen von Zuſammenſetzungen gebildet, nämlich Produkte und Feuerträger.

Die einfachen nicht ſperrbaren Stoffe werden ſtets während des Verbrennens entwickelt. Das Verbrennen iſt demnach das Reſultat der wechſelſeitigen Einwirkung der einfachen ſperrbaren Stoffe auf einander; und die Folge dieſer Einwirkung iſt die Entwickelung der einfachen nicht ſperrbaren Stoffe.

Laſſen ſich in vier Klaſſen theilen.

Es verdient bemerkt zu werden, daß die Metalle und einfachen brennbaren Stoffe ſich durch unmerkliche Grade in ihren Eigenſchaften nähern. So iſt der Unterſchied zwiſchen den Eigenſchaften des Arſeniks und Schwefels bei weitem nicht ſo groß, als zwiſchen dem Arſenik und Golde: ſie könnten daher ohne große Unſchicklichkeit unter eine Klaſſe gebracht werden. In dieſem Falle würde

*) Ich habe es gewagt, supporters of combustion ſchon im Vorhergehenden, und auch hier, durch Feuerträger zu überſetzen. Supporter heißt eine Stütze, ein Träger; in der Heraldik die Schildhalter; ich verſuchte daher, supporter durch Grundlage, Unterlage des Verbrennens zu verdeutſchen; dieſes führt aber zu der Idee, als ob dieſe Stoffe verbrannt würden, welches den Begriff, den der Verfaſſer damit verbindet, dem zufolge die supporters zwar das Verbrennen befördern, nicht aber ſelbſt verbrennlich ſind, ganz entgegen wäre; ich habe daher jenen Ausdruck vorgezogen. Anm. d. Ueberſ.

ſich die ganze Summe ſperrbarer Stoffe unter drei Klaſſen bringen laſſen: 1) Feuerträger; 2) brennbare Stoffe; und 3) unverbrennliche Stoffe. Die Verbindung der erſten und zweiten bildet Produkte; der erſten und dritten Feuerträger.

So iſt unſre gegenwärtige Kenntniß der einfachen Stoffe beſchaffen. Es wird aber nicht unzweckmäßig ſeyn, einen Blick auf die Theorien der Alten zu werfen; die verſchiedenen Modifikationen, welche ſie erlitten haben, bemerkbar zu machen, und zu zeigen, wie die Chemiſten nach und nach zu der Anſicht gelangt ſind, welche jetzt allgemein angenommen worden iſt.

Die Alten nahmen vier Elemente an.

Es ſcheint eine unter den älteſten Naturforſchern allgemein herrſchende Meinung geweſen zu ſeyn, daß es nur vier einfache Stoffe gebe; nämlich, Feuer, Luft, Waſſer, Erde. Dieſe nannten ſie Elemente, weil ſie wähnten, daß alle Naturkörper aus denſelben zuſammengeſetzt wären. Dieſe Meinung, die zwar auf mannigfaltige Art modificirt wurde, wurde von allen älteren Naturforſchern angenommen. Jetzt wiſſen wir, daß alle dieſe für einfach gehaltnen Stoffe zuſammengeſetzt ſind. Feuer beſtehet aus Wärmeſtoff und Licht; Luft aus Sauerſtoffgas und Stickgas; Waſſer aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff; und Erde iſt, wie die Folge lehren wird, der generiſche Name neun verſchiedener Subſtanzen.

Elemente der Alchemiſten.

Die Lehre von den vier Elementen ſcheint bis auf die Zeiten der Alchemiſten unbeſtritten geblieben zu ſeyn. Da dieſe in der Analyſe der Naturkörper größere Fortſchritte gemacht hatten, als ihre Vorgänger, ſo überzeugten ſie ſich bald, daß die alte Lehre nicht hinreiche,

alle ihnen bekannte Erſcheinungen zu erklären. Sie ſetzten alſo eine Theorie von eigner Erfindung an die Stelle der alten. Nach ihnen gab es drei Elemente, aus welchen alle Körper zuſammengeſetzt waren: Salz, Schwefel und Merkurius, die von ihnen die Tria prima genannt wurden. Spätere Schriftſteller, vorzüglich Paracelſus, nahmen dieſe Grundſätze an; letzterer fügte noch zwei, das Phlegma und das Caput mortuum hinzu.

Es iſt ſchwer zu erklären, was die Alchemiſten unter Salz, Schwefel und Merkurius verſtanden, wahrſcheinlich verbanden ſie keine beſtimmte Begriffe damit. Es ſcheint, daß ſie durch Salz jede feuerbeſtändige, durch Schwefel jede brennbare, und durch Merkurius, jede flüchtige Subſtanz die ohne zu verbrennen entwich, bezeichnen wollten. Dem zufolge ſagten ſie, daß alle Körper ſich durch Feuer in dieſe drei Principien zerſetzen laſſen; in Salz das als fix zurück bleibe, in Schwefel der ſich entzünde, und in Merkurius der in Geſtalt des Dampfes entweiche. Das Phlegma und Caput mortuum waren das Waſſer und die Erde der alten Naturforſcher.

Boyle griff dieſe Hypotheſe in ſeinem Sceptical Chemist, und in mehreren andern ſeiner Schriften an. Er zeigte, daß die Chemiſten unter jedem dieſer Ausdrücke Salz, Schwefel und Merkurius, Phlegma und Erde, Subſtanzen von ſehr verſchiedenen Eigenſchaften verſtanden hätten; daß es keinesweges erwieſen ſey, daß alle Körper aus dieſen Principien beſtehen; und daß dieſe Principien ſelbſt nicht Elemente, ſondern Zuſammenſetzungen wären. Die Widerlegung von Boyle war ſo vollſtändig, daß die Hypotheſe von den Tribus primis ſogleich von allen Partheien ſcheint aufgegeben worden zu ſeyn.

Wird durch Becher verändert.

Faſt um dieſelbe Zeit ſtellte Becher in ſeiner Physica Subterranea eine von dieſer ſehr verſchiedenen Hypotheſe auf; eine Hypotheſe die auf den jetzigen Zuſtand der Chemie einen ſehr entſchiedenen Einfluß gehabt hat, indem er die chemiſche Analyſe als die einzige wahre Methode die Elemente der Körper zu beſtimmen, bezeichnete. Nach ihm ſind alle Naturkörper aus Waſſer, Luft und drei Erden, nehmlich der ſchmelzbaren oder glasachtigen, der entzündlichen, und der merkuriellen zuſammengeſetzt. Dieſe drei Erden faſt zu gleichen Theilen verbunden, machen nach ihm die Metalle aus. Iſt das Verhältniß der merkuriellen Erde ſehr gering, ſo bilden ſie Steine; waltet die glasachtige vor, ſo ſind die Zuſammenſetzungen Edelſteine; waltet die entzündliche vor, und fehlt die glasachtige, ſo ſind die färbenden Erden das Reſultat. Die glasachtige Erde und Waſſer bilden eine allgemeine Säure die mit der Schwefelſäure ſehr viel Aehnlichkeit hat, und von der alle übrigen Säuren ihre ſaure Eigenſchaft erhalten. Waſſer, glasachtige und merkurielle Erde bilden Kochſalz; brennbare Erde und allgemeine Säure Schwefel.

Und von Stahl.

Stahl modificirte Bechers Hypotheſe beträchtlich. Es ſcheint, daß er die allgemeine Säure als ein Element angenommen habe; die merkurielle Erde ließ er gänzlich fahren, und der entzündlichen gab er zuweilen den Namen Phlogiſton, zuweilen den Namen Aether. Die Erden betrachtete er als von verſchiedener Art, nahm aber in ihnen ein allen gemeinſames Element an, welches er Erde nannte, ſo daß es nach ihm fünf Elemente giebt: Luft, Waſſer, Phlogiſton, Erde und die allgemeine Säure. Er redet auch von Wärme und Licht; es iſt aber nicht recht deutlich, was er in Anſehung derſelben für Begriffe gehabt hat.

Wird nach und nach aus der Wiſſenſchaft verbannt.

Stahls Theorie wurde nach und nach durch die darauf folgenden Chemiſten modificirt. Die allgemeine Säure wurde ſtillſchweigend aufgegeben, und die verſchiedenen Säuren wurden für beſondere unzerlegte, oder einfache Subſtanzen erklärt: man unterſchied die verſchiedenen Erden von einander, und betrachtete alle Metallkalke als beſondere Subſtanzen. Dieſe Veränderungen verdankt die Chemie hauptſächlich Bergmann. Während die franzöſiſchen und deutſchen Chemiſten mit Theorien über die allgemeine Säure beſchäftigt waren, erklärte er und ſein Freund der unſterbliche Scheele, daß man jeden unzerlegten Körper ſo lange für einfach halten müſſe, bis er zerlegt worden, und daß man alle Subſtanzen, die verſchiedene Eigenſchaften beſitzen, für verſchiedeu erklären müſſe. Dieſe Erinnerungen, und das darauf folgende Ordnen der verſchiedenen Naturkörper in gewiſſe Klaſſen, zog bald Aufmerkſamkeit auf ſich, und wurde zuletzt ſtillſchweigend angenommen.

So wurden demnach Stahls Elemente wirklich aus der Chemie verbannt, und an ihre Stelle trat eine zahlreiche Menge von Subſtanzen, die man für einfach hielt, weil ſie bis jetzt noch nicht zerlegt worden waren. Dieſe waren Phlogiſton, Säuren, Alkalien, Erden, Metallkalke, Waſſer und Sauerſtoff. Die von Scheele und Bergmann aufgeſtellten Grundſätze werden noch immer befolgt, allein ſpätere Entdeckungen haben gezeigt, daß die meiſten derjenigen Subſtanzen, welche jene Männer für einfach hielten, zuſammengeſetzt ſind, daß hingegen viele der von ihnen für zuſammengeſetzt gehaltenen Körper, den einfachen beigezählt werden müſſen, weil der Glaube an das Daſeyn eines Phlogiſtons,

welches ſie als einen Beſtandtheil derſelben annahmen, jetzt hat aufgegeben werden müſſen.

Gegenwärtiger Zuſtand. Da der Ausdruck einfache Subſtanz in der Chemie eine ſolche bezeichnet, deren Beſtandtheile unbekannt ſind, ſo iſt es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß ſo wie die Wiſſenſchaft ſich vervollkommnen wird, mehrere von denen, die man jetzt für einfach hält, als zuſammengeſetzt werden anerkannt werden, und wahrſcheinlich lernen wir eine Reihe einfacher Stoffe kennen, die bis jetzt uns völlig unbekannt ſind. Auch dieſe wird dann einſt die Reihe treffen, daß ſie in entferntere Beſtandtheile zerlegt werden, und neuen einfachen Subſtanzen Platz machen müſſen: bis endlich wenn die Wiſſenſchaft den höchſten Gipfel der Vollkommenheit erreicht hat, jene wahren einfachen Subſtanzen aufgefunden werden, welche die letzten Elemente der Körper ſind. Ereignet ſich dieſer Fall (wofern er nicht menſchlichen Kräften unerreichbar iſt) ſo möchte wahrſcheinlich die Anzahl der einfachen Subſtanzen auf eine weit geringere Anzahl zurückgeführt werden.

Es war wirklich die Meinung mehrerer ausgezeichneten Naturforſcher in allen Zeitaltern, daß es nur eine Art Materie giebt: und daß aller Unterſchied, welcher zwiſchen Körpern ſtatt findet, nur auf der Verſchiedenheit der Figur, Größe und Dichtheit der uranfänglichen Atomen, durch deren Zuſammenhäufung die Körper gebildet werden, beruhe. Dieſe Meinung nahm Newton an; und Boscowich gründete auf ſie eine äußerſt ſcharfſinnige Theorie*). Allein der völlige

*) Der Verf. ſtellt hier zwei Männer in Rückſicht der Grundſätze zuſammen, die doch ſehr von einander abweichen. New-

lige Beweis dieſer Theorie liegt vielleicht außerhalb den Grenzen des menſchlichen Scharfſinnes.

---

ton war Korpuskular-Philoſoph, nach ihm beſtand die Materie aus Atomen; Boscowich hingegen war Dynamiſt, der die Materie ſich zwar auch aus Theilen, oder vielmehr phyſikaliſchen Punkten zuſammengeſetzt dachte, ſie aber mit anziehenden und zurückſtoßenden Kräften begabte. Inſofern Newton nur eine Art von Atomen annahm, kann man zwar ſagen, er habe nur eine Art von Materie angenommen, indem aller Unterſchied zwiſchen Materie und Materie nur auf der extenſiven Quantität (Zahl der Theile) beruhet; nach der dynamiſchen Anſicht kommt es hingegen auf die intenſive Quantität (Verhältniß der Kräfte) an.

Vielleicht wäre es hier nicht am unrechten Orte, die Hauptgrundſätze des atomiſtiſchen Syſtems mit denen des dynamiſchen zu vergleichen; allein es würde, da nothwendig Rückſicht auf die neueſten Bemühungen unſerer Naturphiloſophen genommen werden müßte, zu weitläuftig werden. Anm. d. Ueberſ.

Zweites Buch.

Von den zuſammengeſetzten Körpern.

Zuſammengeſetzte Körper ſind ſolche, die durch Verbindung von zwei oder mehr einfachen Subſtanzen gebildet worden ſind. Da es nun 32 einfache Subſtanzen giebt, ſo würde man, wofern ſich alle mit einander verbinden könnten, eine faſt unzählige Menge zuſammengeſetzter Subſtanzen haben. Allein nicht alle einfachen Subſtanzen verbinden ſich mit einander. Noch hat man keine Verbindung weder des Waſſerſtoffs, noch des Stickſtoffs mit den Metallen angetroffen. Dieſes vermindert ihre Anzahl beträchtlich. Auch ſind wir zu wenig mit der Natur des Wärmeſtoffs und Lichtſtoffes bekannt, als daß wir beſonders von den Zuſammenſetzungen, von welchen ſie einen Beſtandtheil ausmachen, handeln könnten. Ueberdieß ſind zahlreiche Klaſſen von Zuſammenſetzungen ſchon im vorhergehenden Buche beſchrieben worden; denn die Oxyden, ſchwefelhaltige, phosphorhaltige Zuſammenſetzungen, und die Metallgemiſche, ſind wirkliche Zuſammenſetzungen. Alle dieſe Umſtände machen die Zuſammenſetzungen, welche den Gegenſtand dieſes Buches ausmachen, ungleich weniger zahlreich, als dem erſten Anſcheine nach vermuthet werden konnte.

Eintheilung. Es giebt zwei Klaſſen zuſammengeſetzter Körper. Einige derſelben werden durch Verbindung zweier oder mehrerer einfacher Subſtanzen unter einander gebildet. So beſtehet Phosphorſäure aus Phosphor

und Sauerſtoff; Ammonium aus Waſſerſtoff und Stickſtoff; Oel aus Waſſerſtoff und Kohle. Andere Zuſammenſetzungen werden durch Verbindung zweier oder mehrerer zuſammengeſetzter Körper unter einander hervorgebracht. So beſteht das phosphorſaure Ammonium, aus Phosphorſäure und Ammonium; das flüchtige Liniment aus Oel und Ammonium.

Die erſte Art dieſer Zuſammenſetzungen ſoll Zuſammenſetzungen der erſten Ordnung (Primary Compounds); die andere: Zuſammenſetzungen der zweiten Ordnung (Secundary Compounds) genannt werden. Es wird zweckmäßiger ſeyn, von jeder Art dieſer Zuſammenſetzungen beſonders zu handeln.

Erſte Abtheilung.

Von den Zuſammenſetzungen der erſten Ordnung.

Anordnung. Hätte die Chemie die erforderlichen Fortſchritte gemacht, ſo würde dieſe Abtheilung alle diejenigen Zuſammenſetzungen der erſten Ordnung enthalten, welche die einfachen ſperrbaren Subſtanzen hervorzubringen vermögend ſind. Dieſe würden ſich am füglichſten unter ſechs Hauptabtheilungen bringen laſſen.

Drei davon würden die Zuſammenſetzungen enthalten, welche der Sauerſtoff mit den andern einfachen Subſtanzen bildet, dieſe Zuſammenſetzungen, ſind entweder verbrennliche Oxyden, Produkte oder Feuerträger. In die vierte Hauptabtheilung kämen diejenigen Zuſammenſetzun-

gen, welche die einfachen brennbaren Stoffe unter ſich, und mit den Metallen bilden; in die fünfte die Verbindungen der Metalle untereinander; und in die ſechſte die Verbindungen der einfachen unverbrennlichen Subſtanzen mit den verbrennlichen und den Metallen. Allein bei dem jetzigen unvollkommenen Zuſtande der Chemie würden die Vortheile, welche dieſe Anordnung gewährte, keinesweges Erſatz für die gewaltthätigen Aenderungen, welche ſie in der bisherigen Anordnung der Gegenſtände hervorbringen würde, gewähren. Man würde Subſtanzen in dieſelbe Abtheilung bringen müſſen, welche bisher immer als getrennt angeſehen worden ſind. Auf der andern Seite würde man ſolche trennen müſſen, die man ſonſt ſtets zuſammengeſtellt hat. Außerdem hätte man manche Subſtanzen, die noch nicht zerlegt worden, welche aber nicht weniger wichtig ſind, ganz außer Acht laſſen müſſen, weil man ſie nicht füglich den einfachen Stoffen beizählen kann. Aus den angeführten Gründen werde ich die Zuſammenſetzungen der erſten Ordnung unter folgende fünf Abtheilungen bringen:

1. Alkalien.
2. Erden.
3. Oxyden.
4. Säuren.
5. Verbrennliche Zuſammenſetzungen.

Dieſe werden den Inhalt der fünf nächſten Kapitel ausmachen.

Erſtes Kapitel.

Von den Alkalien.

Das Wort Alkali iſt arabiſchen Urſprungs, und wurde in die Chemie eingeführt, nachdem es zur Bezeichnung einer Pflanze gebraucht worden war, welche noch jetzt den Namen Kali hat. Wird dieſe Pflanze verbrannt, die Aſche ausgelaugt, und die Lauge bis zur Trockene verdunſtet, ſo bleibt eine weiße Subſtanz zurück, welche Alkali genannt worden iſt. Nach Albertus Magnus, der ſich dieſes Wortes zuerſt bedient hat, bedeutet es Faex amaritudinis (die Hefen der Bitterkeit). Auch aus andern Subſtanzen als dem Kali kann das Alkali erhalten werden. Die Chemiſten entdeckten nach und nach, daß Körper, die ſich von einander in mehreren Eigenſchaften unterſcheiden, mit demſelben Namen bezeichnet wurden. Dieſes Wort wurde in der Folge eine generiſche Bezeichnung, und dient noch jetzt dazu, um alle Körper, welche folgende Eigenſchaften beſitzen, anzuzeigen:

Eigenſchaften.

1. Einen kauſtiſchen Geſchmack.
2. Verflüchtigung durch Hitze.
3. Die Fähigkeit, ſich mit Säuren zu verbinden.
4. Auflöslichkeit in Waſſer, auch wenn ſie mit Kohlenſäure verbunden ſind.
5. Das Vermögen, blaue Pflanzenſäfte grün zu färben.

Man kennt bis jetzt drei Alkalien: 1) das Kali; 2) das Natrum; und 3) das Ammonium.

Die beiden erſten nennt man feuerbeſtändige Al-

kalien, weil ſie ſich erſt beim Rothglühen verflüchtigen; das letzte wird flüchtiges Alkali genannt, weil es leicht einen gasförmigen Zuſtand annimmt, folglich bei einem ſehr mäßigen Grade von Hitze verflüchtigt wird.

Erſter Abſchnitt.

Vom Kali.

Verfahren reines Kali darzuſtellen.

Wird eine hinreichende Menge Holz zu Aſche verbrannt, und dieſe Aſche ſo lange mit Waſſer ausgewaſchen bis letzteres ohne Geſchmack abläuft, ſo bleibt, wenn alle Flüſſigkeiten zuſammengegoſſen, filtrirt und bis zur Trockne verdunſtet worden, eine Subſtanz zurück, welche Kali genannt wird. Das durch dieſes Verfahren erhaltene Kali iſt aber nicht rein, ſondern mit mehreren fremden Theilen verunreinigt, doch iſt es rein genug um daß man mehrere Eigenſchaften an demſelben erkennen kann. In dieſem Zuſtande kommt es im Handel unter dem Namen der Pottaſche vor. Erhitzt man es bis zum Glühen, ſo verbrennen mehrere Unreinigkeiten deſſelben, es wird weißer, und führt dann im Handel den Namen Perlaſche. Noch iſt es aber nicht frei von fremdartigen Beimiſchungen, ſondern es iſt eine chemiſche Verbindung von Kali und Kohlenſäure, wodurch ſeine Eigenſchaften verhüllt werden. Völlig rein kann man es durch nachſtehendes Verfahren erhalten.

1. Man miſcht einen Theil des nicht völlig reinen Kali mit zwei Theilen Kalkerde und zehn Theilen reinem Waſſer dem Gewichte nach; kocht die Miſchung einige Stunden in einem reinen eiſernen Gefäße, oder läßt ſie 48 Stunden lang

in einer verſtopften gläſernen Flaſche ſtehen, und ſchüttelt ſie von Zeit zu Zeit um. Sie wird hierauf filtrirt, die filtrirte Flüſſigkeit in einem ſilbernen Gefäße raſch ſo lange gekocht, bis ſie in der Kälte die Konſiſtenz des Honigs annimmt. Hierauf übergießt man die ſoweit verdunſtete Maſſe mit einer Menge Alkohol, die dem dritten Theile des Gewichts des zum Verſuche genommenen Kali gleich iſt, ſchüttelt die Miſchung um, läßt ſie eine oder zwei Minuten kochen, und gießt ſie in eine gläſerne Flaſche, die wohl verſtopft wird. Die Flüſſigkeit ſcheidet ſich nach und nach in zwei Schichten; die untere enthält die Unreinigkeiten zum Theil in Waſſer aufgelöſt, zum Theil in einem feſten Zuſtande. Die obere Schichte enthält das reine in Alkohol aufgelöſte Kali, und hat eine röthlich braune Farbe. Die weingeiſtige Auflöſung wird in ein ſilbernes Gefäß abgegoſſen, und raſch verdunſtet, bis ſich eine ſchwarze kohlichte Rinde auf der Oberfläche bildet, und die unter derſelben befindliche Flüſſigkeit beim Erkalten feſt wird. Die ſchwarze Rinde wird hinweggenommen, und die Auflöſung in eine porcellanene Schale geſchüttet. Beim Erkalten geſtehet ſie zu einer weißen Subſtanz, welche reines Kali iſt. Man bricht ſie in Stücken, und verwahrt ſie in einem luftdichten Gefäße.

Berthollet hat dieſes Verfahren, das Kali zu reinigen, angegeben *). Folgendes, das Lowitz vorſchlägt, iſt nicht ſo koſtbar. Die im Handel vorkommende Pottaſche wird auf die oben beſchriebene Art mit Kalkerde gekocht; die Flüſſigkeit filtrirt, bis znm Häutchen verdunſtet, und dann zum Abkühlen hingeſtellt. Die Kryſtalle, welche anſchießen, und

*) Jour. de Phys. XXVIII, 401.

die aus fremdartigen Salzen beſtehen, werden hinweggenommen. Das Verdunſten wird dann in einem eiſernen Gefäße fortgeſetzt, wobei das auf der Oberfläche der Flüſſigkeit ſich bildende Häutchen ſorgfältig mit einem eiſernen Schaumlöffel hinweggenommen wird. Zeigt ſich kein Häutchen mehr, und hört die Flüſſigkeit auf zu kochen, ſo nimmt man ſie vom Feuer, und rührt ſie beim Erkalten unabläſſig mit einem eiſernen Spatel. Man löſet ſie hierauf in zwei Theilen Waſſer, dem Gewichte nach, auf. Die Auflöſung wird filtrirt, und in einer gläſernen Retorte *) ſo lange verdunſtet, bis ſich regelmäßige Kryſtalle anſetzen. Wenn die Maſſe eben anfängt feſt zu werden, ſo wird eine geringe Menge Waſſer zugeſetzt, und ſie abermals erhitzt. Hat ſich eine hinreichende Menge Kryſtalle gebildet, ſo wird die überſtehende Flüſſigkeit, welche eine ſehr braune Farbe angenommen hat, abgegoſſen, und in einer wohl verſchloſſenen Flaſche ſo lange aufbewahrt, bis ſich die braune Subſtanz geſetzt hat, hierauf wird ſie aufs Neue verdunſtet, wodurch mehrere Kryſtalle erhalten werden.

Die Theorie dieſes Verfahrens fällt in die Augen. Die Kalkerde ſcheidet die Kohlenſäure, zu der ſie eine größere Verwandſchaft hat, ab; und der Alkohol, nebſt dem Verdunſten, trennen die übrigen fremdartigen Beimiſchungen.

Da bei dem erſten Abſcheiden des Kali, dieſes nie rein, ſondern ſtets in Verbindung mit Kohlenſäure erhalten wird, ſo verſtrich eine geraume Zeit, ehe es den Chemiſten gelang

---

*) Kennedy bemerkt mit Grunde, daß man keine gläſerne Retorte nehmen dürfe, weil das Kali in dieſem Zuſtande Glas auflöſet. Edinb. Trans. V, 97.

auszumitteln, worin die Veränderungen beſtehen, welche die Kalkerde in dem Kali hervorbringt. Nach einigen wurde letzteres dadurch von einem Antheile Schleim befreit, der daſſelbe einwickelte, nach andern wurde ſeine Wirkſamkeit dadurch erhöhet, daß es in kleinere Theile zertheilt worden. Endlich zeigte Dr. Black im Jahre 1756 durch eine ſehr ſcharfſinnige und genaue Analyſe, daß das Kali, welches man allgemein für eine einfache Subſtanz hielt, wirklich eine Zuſammenſetzung aus Kali und Kohlerſäure ſey; daß die Kalkerde ihm letzteren Beſtandtheil entziehe, und daß es dadurch, daß es einfacher würde, an Wirkſamkeit gewönne.

Black's Entdeckung der Urſache der Kauſticität.

Während Black in Schottland mit dieſen Unterſuchungen beſchäftigt war, verfolgte Meyer in Hannover denſelben Gegenſtand, zog aber aus ſeinen Verſuchen ganz verſchiedene Folgerungen. Seine Unterſuchungen der Kalkerde wurden im Jahre 1764 durch den Druck bekannt. Goß er eine Auflöſung des kohlenſauren Kali in Kalkwaſſer, ſo erhielt er einen Niederſchlag, der ſich von dem gewöhnlichen Kalkſtein (kohlenſaure Kalkerde) nicht unterſchied. Das Alkali hat demnach in der Kalkerde ihre Kauſticität, und ihre wirkſamen Eigenſchaften aufgehoben, dafür aber ſelbſt dieſelben angenommen. Hieraus ſchloß er, daß die Kauſticität der Kalkerde von einer eigenthümlichen Säure herrühre, die ſich mit ihr während des Kalcinirens verbunden habe. Das Alkali entziehe der Kalkerde dieſe Säure, und habe demnach eine nähere Verwandſchaft zu derſelben. Dieſer Säure gab er den Namen Acidum pingue oder causticum.

Nach ihm iſt dieſe Säure, eine feine elaſtiſche Zuſammenſetzung, die ſehr viel Analogie mit dem Schwefel hat,

ſich dem Feuer in ſehr vielen Eigenſchaften nähert, und aus einem ſauren Beſtandtheil und Feuer beſtehet. Sie iſt expanſibel, läßt ſich zuſammendrücken, iſt flüchtig, zuſammenziehend, durchdringt alle Gefäße, und iſt die Urſache der Aetzbarkeit der Kalkerde, der Alkalien und Metalle. Dieſe Theorie war mit vielem Scharfſinn durchgeführt, und wurde durch viele neue und wichtige Thatſachen unterſtützt; deſſenungeachtet fand ſie nicht viel Anhänger, weil die wahre Urſache der Kauſticität, welche Black aufgefunden hatte, bald den Chemiſten des feſten Landes bekannt, und von ihnen angenommen wurde. Meyer ſelbſt erkannte bereitwillig die Richtigkeit derſelben, ungeachtet er anfänglich deswegen ſeine eigne Theorie nicht fahren ließ.

Aus einer Stelle des Plinius *), in der er erwähnt, daß die Deutſchen und Gallier Seife aus Talg und Aſche bereiteten, erſieht man, daß dieſe Nationen das Kali gekannt haben. Dieſe Aſche (denn er erwähnt der Buchenaſche beſonders) war offenbar Kali, freilich nicht im Zuſtande der Reinheit. Die κονια deren Ariſtophanes und Plato erwähnen, ſcheint eine aus denſelben Arten Aſche gemachte Lauge geweſeu zu ſeyn. Die Alchemiſten kannten das Kali ſehr wohl, und es iſt von jeher häufig bei chemiſchen Unterſuchungen gebraucht worden. Man kann aber mit Grunde behaupten, daß bis zum Jahre 1786, wo Berthollet ſein Verfahren das Kali zu reinigen bekannt machte, die Chemiſten es nicht im Zuſtande der Reinheit unterſucht haben **).

---

*) Plinii Hist. nat. XVIII. c. 51.

**) Das Kali wurde lange deswegen vegetabiliſches Alkali genannt, weil es aus den Pflanzen gewonnen wird, und weil man lange Zeit glaubte, daß es dem Pflanzenreiche eigen-

Eigenſchaften des Kali.

2. Das **Kali** iſt eine ſpröde Subſtanz von weißer Farbe, und einem Geruche, dem ähnlich, der bei dem Löſchen des Kalkes wahrgenommen wird. Es hat einen ausgezeichnet ſcharfen Geſchmack, und iſt ſo äußerſt ätzend, daß, wenn es auf einen Theil des Körpers gebracht wird, es dieſen augenblicklich zerſtört. Wegen dieſer Eigenſchaft iſt es **kauſtiſches Kali** genannt worden, und es wird häufig von Wundärzten zum Hinwegbringen von ſchädlichen Auswüchſen, unter dem Namen des **Aetzſteins**, gebraucht. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 1,7085 *).

Wird es erhitzt, ſo kommt es in Fluß; beim Rothglühen ſchwillt es auf, und verdunſtet langſam als ein weißer ſcharfer Dampf. In einem ſehr heftigen Feuer erhält es eine grünliche Farbe, erleidet aber ſonſt keine Veränderungen. Dem Licht ausgeſetzt, bleibt das Kali unverändert.

Aus der Luft zieht es ſchnell Feuchtigkeit an, und zerfließt, zu gleicher Zeit verbindet es ſich mit Kohlenſäure, zu der es eine ſehr große Verwandſchaft hat.

Verbindung des Kali mit Waſſer.

3. Gegen das Waſſer äußert es eine beträchtliche Anziehungskraft. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft löſet ein Theil Waſſer zwei Theile Kali

---

thümlich ſey; jetzt weiß man, daß dieſes ein Irrthum iſt. Es wurde auch **Weiſteinſalz** genannt, weil es durch Verbrennen des **Weinſteins** erhalten wird. **Kirwan** hat es **Tartarin**, **Pearſon Vegalkali**, **Klaproth Kali**, und Dr. **Black Lixiwia** genannt. Die franzöſiſche Benennnng potasse kann darum im Deutſchen nicht füglich durch **Pottaſche** übertragen werden, weil dieſelbe das im Handel vorkommende kohlenſaure Kali bezeichnet.

*) Hassenfratz Ann. de Chim. XXVIII, 11.

auf. Die Auflöſung iſt durchſichtig, ſehr dick, und hat die Konſiſtenz des Oels. In dieſem Zuſtande wendet der Chemiſt gewöhnlich daſſelbe an.

Miſcht man vier Theile gepulvertes Kali mit einem Theile Schnee, ſo wird die Miſchung flüſſig, und abſorbirt zu gleicher Zeit eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff. Lowitz bediente ſich derſelben, um eine künſtliche Kälte hervorzubringen.

Wird die wäßrige Auflöſung des Kali bis zur erforderlichen Konſiſtenz verdunſtet, ſo kryſtalliſirt das Kali. Die Geſtalt der Kryſtalle iſt nach Verſchiedenheit des Verfahrens, deſſen man ſich, um ſie hervorzubringen, bedieute, verſchieden. Schießen ſie beim freiwilligen Verdunſten der Flüſſigkeit an, ſo ſtellen ſie in Gruppen zuſammengehäufte Oktaëdern dar, und enthalten 0,44 Waſſer. Wird die Flüſſigkeit über dem Feuer verdampft, ſo erhält man ſehr dünne durchſichtige Scheiben (blades) von außerordentlicher Größe, die ſich in unzähligen Richtungen durchkreuzen, und dadurch ein Aggregat von Zellen und Hölungen bilden, welche gewöhnlich ſo eng ſind, daß man das Gefäß umkehren kann, ohne daß ein Tropfen der in ihnen enthaltenen Flüſſigkeit herausfließt *).

Wirkung auf den Sauerſtoff. 4. Das Kali zeigt kein Beſtreben, ſich mit dem Sauerſtoff zu verbinden, auch wird es durch keine der Zuſammenſetzungen, von welchen der Sauerſtoff einen Beſtandtheil ausmacht, verändert, ungeachtet es ſehr geneigt iſt, mit denſelben ſich zu vereinigen.

*) Nicholson's Jour. I, 164.

Schwefelhalti-
ges Kali.

5. Der Schwefel iſt der einzige brennbare Stoff, mit welchem ſich das Kali verbindet. Kohle und Waſſerſtoff wirken nicht im mindeſten auf daſſelbe, auch werden dieſe Stoffe vom Kali nicht verändert; auf den Phosphor wirkt es hingegen mit beträchtlicher Energie.

Reibt man drei Theile Schwefel mit einem Theile Kali in einem gläſernen Mörſel zuſammen, ſo nimmt der Schwefel eine grüne Farbe an, die Miſchung erhitzt ſich, und ſtößt einen knoblauchartigen Geruch aus. Sie zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, und löſt ſich ganz in Waſſer auf *). Werden zwei Theile Kali und ein Theil Schwefel in einem Schmelztiegel erhitzt, ſo ſchmelzen ſie, verbinden ſich, und bilden eine Zuſammenſetzung, welche ſchwefelhaltiges Kali iſt. Die im Handel vorkommende Pottaſche kann hierzu gleichfalls gebraucht werden, denn die Kohlenſäure entweicht, indem ſich das Kali und der Schwefel mit einander verbinden, in gasförmigem Zuſtande. So wie die Miſchung vollkommen gefloſſen iſt, wird ſie auf einen Marmorſtein ausgegoſſen, und ſo wie ſie feſt wird, wird ſie in Stücken gebrochen, und in einer wohl verſtopften Flaſche aufbewahrt.

Das auf die angegebene Art bereitete ſchwefelhaltige Kali hat eine braune Farbe, welche mit der Leber der Thiere Aehnlichkeit hat. Aus dieſem Grunde nannte man es ſonſt Hepar Sulphuris, Schwefelleber. An der Luft wird dieſe Zuſammenſetzung in kurzer Zeit grün, ja ſogar weiß. Sie iſt hart, ſpröde und hat einen glaſigen Bruch. Ihr Geſchmack iſt ſcharf, kauſtiſch, bitter; auf der Haut läßt ſie einen braunen Fleck zurück. Ihr Geruch iſt von dem des ſub-

*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 205.

linirten Schwefels nicht verſchieden. Setzt man ſie einer heftigen Hitze aus, ſo ſublimirt ſich der Schwefel, und das Kali bleibt rein zurück. Das ſchwefelhaltige Kali verändert die blauen Pflanzenfarben ins Grüne, und zerſtört ſie in kurzer Zeit. Glühet man es mit Kohle, ſo löſt ſie dieſelbe auf, und verbindet ſich mit ihr *).

Wird ſchwefelhaltiges Kali der Luft ausgeſetzt, oder mit Waſſer angefeuchtet, ſo verändern ſich ſeine Eigenſchaften bald. Es nimmt eine grüne Farbe an, und ſtöſt den Geruch nach ſchwefelhaltigem Waſſerſtoffgaſe aus. Dieſe Veränderung rührt von der Bildung des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffgaſes her, die durch die Zerlegung des Waſſers veranlaßt wird. Dieſe neu gebildete Subſtanz verbindet ſich mit dem ſchwefelhaltigen Kali, und wird in waſſerſtoffſchwefelhaltiges Kali verwandelt, das in Waſſer auflöslich iſt, und eine bräunlich grüne Farbe hat. Man erhält dieſelbe Zuſammenſetzung, wenn zwei Theile Waſſer mit einem Theile Kali gekocht werden.

Waſſerſtoffſchwefelhaltiges Kali.

Das ſchwefelhaltige Kali verändert die athmosphäriſche Luft nicht; das waſſerſtoffhaltige Kali abſorbirt aus derſelben den Sauerſtoff. Wird es mit einer beſtimmten Menge Luft in ein Gefäß eingeſchloſſen, ſo abſorbirt es den in dieſem Antheile enthaltenen Sauerſtoff gänzlich, und als Rückſtand bleibt Stickgas. Dieſes Faktum das Scheele zuerſt beobachtet hat, veranlaßte ihn, ſich des waſſerſtoffſchwefelhhaltigen Kali als Mittel zu bedienen, um die Menge Sauerſtoff welche in einem gegebenen Quantum athmosphäriſcher Luft enthalten iſt, zu meſſen.

*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 203.

Das waſſerſtoffſchwefelhaltige Kali oxydirt und löſet beinahe alle Metalle auf. Berthollet hat zuerſt genau den Unterſchied zwiſchen dem ſchwefelhaltigen und waſſerſtoffſchwefelhaltigen Kali gezeigt *).

Wirkung auf den Phosphor.

Man kennt bis jetzt noch kein Verfahren um den Phosphor mit dem Kali zu verbinden. Wird aber in Waſſer aufgelöſtes Kali in einer Retorte über Phosphor erhitzt, ſo wird das Waſſer nach und nach zerſetzt, ein Theil des Phosphors in Phosphorſäure verwandelt, und eine große Menge phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas entwickelt. Letzteres entzündet ſich, wenn es mit der athmosphäriſchen Luft in Berührung kommt. Auf dieſem Wege erhielt Gemgembre zuerſt das phosphorhaltige Waſſerſtoffgas.

Wirkung auf die einfachen nicht brennbaren Stoffe.

6. Das Kali ſcheint keine Vereinigung mit dem Stickſtoffe eingehen zu können, ja es ſcheint ſogar ohne alle Wirkung auf denſelben zu ſeyn. Mit der Salzſäure verbindet es ſich leicht, und bildet eine Zuſammenſetzung, die ſalzſaures Kali genannt wird.

Auf die Metalle

7. Das Kali verbindet ſich keinesweges mit den Metallen; allein mehrere derſelben, welche eine ſtarke Verwandſchaft zum Sauerſtoff haben, werden, wenn man ſie in eine Auflöſung des Kali in Waſſer bringt, vorzüglich bei der Mitwirkung der Wärme, oxydirt. Dieſes iſt der Fall mit dem Molybdän, Zink und Eiſen. Das Zinn wird in geringer Menge oxydirt; daſſelbe ſcheint bei dem Magneſium der Fall zu ſeyn.

und ihre Oxyden.

Es löſt eine beträchtliche Menge Metalloxyden auf, und in einigen Fällen entzieht es ihnen einen

*) Ann. de Chim. XXV, 233.

Theil Sauerſtoff. Gießt man es auf rothes Eiſenoxyde, ſo wird dieſes dadurch in ſchwarzes Oxyde verwandelt. Die Urſache dieſer Veränderung iſt unbekannt. Angeſtellten Verſuchen zufolge, ſind die Oxyden folgender Metalle in Kali auflöslich.

Zinn.	Arſenik.
Nickel.	Kobalt.
Zink.	Magneſium.
Antimonium.	Scheelium.
Tellurium.	Molybdän.

Verwandſchaften. Noch hat man die Beſchaffenheit dieſer Auflöſungen nicht mit Genauigkeit unterſucht: ungeachtet der Gegenſtand merkwürdig genug iſt, und ſowohl über die Beſchaffenheit der Metalle, als Alkalien, Licht zu verbreiten verſpricht.

Die Verwandſchaften des Kali ſind folgende:

Schwefelſäure.	Zitronenſäure.
Salpeterſäure.	Milchſäure.
Salzſäure.	Benzoeſäure.
Phosphorſäure.	Schweflichte Säure.
Flußſäure.	Eſſigſäure.
Kleeſäure.	Milchzuckerſäure.
Weinſteinſäure.	Boraxſäure.
Arſenikſäure.	Kohlenſäure.
Bernſteinſäure.	Blauſäure.

Unterſuchungen ob es eine zuſammengeſetzte Subſtanz ſey. Noch hat die Zerſetzung des Kali keinem gelingen wollen. Einige Chemiſten vermutheten, daß es aus Kalkerde und Stickſtoff beſtehe; und andre ſuchten ſogar es durch Verſuche darzuthun, aber keiner der von ihnen angeführten Beweisgründe genügt. Dieſem

gemäß

gemäß hätte, wenn man recht ſtrenge hätte verfahren wollen, dem Kali ſeine Stelle im erſten Buche angewieſen werden müſſen. In dieſem Falle wären aber die Alkalien von einander getrennt worden, und es würde mehr Verwirrung veranlaßt worden ſeyn, als durch jene methodiſchen Anordnungen wäre gewonnen worden. Außerdem begünſtigen mehrere Erſcheinungen die Vermuthung, daß die Alkalien zuſammengeſetzt ſind. Eines derſelben iſt wirklich zerlegt worden; die beiden andern hat man gleichſam im Akt ihrer Bildung angetroffen, ungeachtet bis jetzt die Beſtandtheile durch deren Zuſammentreten ſie entſtehen, noch nicht aufgefunden ſind.

Morveau und Deſormes äußerten vor einiger Zeit, daß das Kali eine Zuſammenſetzung aus Waſſerſtoff und Kalkerde ſey. Die vorzüglichſten Beweiſe für ihre Meinung ſind die: 1) daß wenn dasjenige Salz, welches die überoxydirte Salzſäure mit Kali bildet, ſtark mit Phosphorſäure in einem Platintiegel erhitzt wird, Kalkerde erhalten werde; 2) wenn Kohle und Kali auf gleiche Art in einem Platintiegel einem heftigen Feuer ausgeſetzt werde, daß ein offenbares Verbrennen erfolge, und im Rückſtande Kalkerde gefunden werde *). Sowohl dieſe als noch andere Verſuche ſind von Darracq wiederholt worden; er zeigte, daß die von Morveau und Deſormes erhaltenen Reſultate in den meiſten Fällen davon herrühren, daß ſie ſich zu ihren Verſuchen eines unreinen Kali bedienten, während ſie in andern, unrichtige Folgerungen aus übelverſtandenen Aehnlichkeiten gezogen hatten **).

*) Mem. de l'Inst. III, 322.
**) Ann. de Chim. XL, 171.

Ihre Hypotheſe muß demnach als unhaltbar aufgegeben werden.

Das Kali iſt nicht allein für den Chemiſten, der es zu ſehr vielen Abſichten benutzt, ſondern auch in Künſten und Gewerben von der größten Wichtigkeit. Man bedient ſich deſſelben beim Waſchen, Bleichen, Färben, Glasmachen u. ſ. w. Auch in der Medicin wird es ſowohl innerlich als äußerlich angewendet.

Zweiter Abſchnitt.

Vom Natrum.

Namen. Das **Natrum** wird auch **Soda**, **Mineralalkali**, **foſſiles Alkali** u. ſ. w. *) genannt. Die Veranlaſſung zu den letztern Benennungen war die, daß man glaubte, es gehöre ausſchließlich dem Mineralreiche an. Die Alten kannten es (wiewohl nicht im Zuſtande der Reinheit) unter dem Namen νιτρον und Nitrum **).

Bereitung. Man findet es in Verbindung mit Kohlenſäure in verſchiedenen Gegenden der Erde, vorzüglich in Egypten; und das Kochſalz iſt eine Zuſammenſetzung aus Natrum und Salzſäure. Das im Handel vorkommende Natrum wird aber aus der Aſche verſchiedener Arten der Salsola, einer Pflanzenart welche am Geſtade des Meeres wächſt, vorzüglich aber

*) Dr. Pearſon ſchlägt vor, ihm den Namen **Foſſalkali** zu geben.

**) Das λιτρον der Athenienſer, und das בהר der Ebräer ſind offenbar dieſelbe Subſtanz.

aus der Salsola soda, von welcher dieſes Alkali ſeinen Namen empfangen hat, erhalten. Das im Handel vorkommende Natrum wird auch Barilla genannt, weil die Pflanze aus welcher es bereitet wird, in Spanien dieſen Namen führt. Faſt alle Algae, vorzüglich aber die Fuci enthalten eine beträchtliche Menge Natrum. In England wird die Aſche dieſer Pflanzen Kelp; in Frankreich Varec genannt.

Das im Handel vorkommende Natrum, oder Barille, iſt keinesweges rein; außer Kohlenſäure enthält es Kochſalz, und andere fremdartige Beſtandtheile; allein man kann das im vorhergehenden Abſchnitte beſchriebene Verfahren das Kali zu reinigen, auch auf das Natrum anwenden.

Kali und Natrum kommen in ſo vielen Eigenſchaften mit einander überein, daß man ſie ſo lange verwechſelte, bis Dü Hamel in den Jahrbüchern der franzöſiſchen Akademie vom Jahre 1736 ſeine Abhandlung über das Kochſalz bekannt machte. Er zeigte zuerſt, daß die Baſis des Kochſalzes Natrum ſey, und daß dieſes ſich vom Kali unterſcheide. Gegen ſeine Schlüſſe machte zwar Pott Einwürfe, allein Marggraf beſtätigte ſie im Jahre 1758 vollkommen.

Eigenſchaften. Das Natrum hat eine weiße etwas ins Graue fallende Farbe, und kommt im Geruch, Geſchmack, und Wirkung auf thieriſche Körper völlig mit dem Kali überein; ſein ſpecifiſches Gewicht iſt aber nur 1,536 *).

Die Hitze bringt in demſelben eben die Veränderungen zuwege, wie bei dem Kali. Aus der Luft ſaugt es Feuchtigkeit und Kohlenſäure ein, und nimmt bald eine teigige Kon-

*) Hassenfratz Ann. de Chim. XXVIII, 11.

ſiſtenz an: es zerfließt aber nicht wie das Kali; nach einigen Tagen wird es trocken, und zerfällt in Pulver.

Es hat eine große Verwandſchaft zum Waſſer, löſt ſich ſo wie das Kali in demſelben auf, und kann gleichfalls beim Verdunſten der wäſſrichten Auflöſung in Geſtalt von Kryſtallen erhalten werden. Durch das Licht wird es nicht verändert, auch verbindet es ſich nicht mit dem Sauerſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff, Kohlenſtoff, Kohle und den Metallen. Gegen den Phosphor und Schwefel verhält es ſich genau wie das Kali. Das ſchwefelhaltige und waſſerſtoffſchwefelhaltige Natrum beſitzen genau dieſelben Eigenſchaften wie das ſchwefelhaltige und waſſerſtoffſchwefelhaltige Kali, und werden auf dieſelbe Art gebildet. In Anſehung der Wirkung auf die Metalle, Metalloxyden, ſo wie in Rückſicht ſeiner Verwandſchaften, kommt es gleichfalls ganz mit dem Kali überein. Kurz, die beiden feuerbeſtändigen Alkalien unterſcheiden ſich nur in ſehr wenigen Eigenſchaften von einander.

Die Beſtandtheile des Natrums ſind unbekannt. Fourcroy hielt es für eine Zuſammenſetzung aus Bittererde und Stickſtoff; allein dieſe Vermuthung iſt durch keine Verſuche beſtätigt worden. Desormes und Morveau *) wähnten hingegen, daß es aus Bittererde und Waſſerſtoff beſtehe; allein die Verſuche auf welche ſie ihre Meinung gründeten, ſind von Darracq widerlegt worden **).

Das Natrum iſt für die Manufakturen und Fabriken nicht weniger wichtig als das Kali. Zu manchen Anwendungen, wie z. B. zur Bereitung der Seife und des Glaſes, iſt es vorzüglicher als das Kali.

---

*) Mem. de l'Inst. III, 321.

**) Ann. de Chim. XL, 171.

Dritter Abſchnitt.

Vom Ammonium.

Man kann das Ammonium durch folgendes Verfahren erhalten:

Bereitung. Man ſchütte in eine Retorte drei Theile gebrannten Kalk und einen Theil Salmiak, beide gepulvert. Den Hals dee Retorte bringe man unter ein mit Queckſilber gefülltes, und mit Queckſilber geſperrtes Gefäß, erwärme hierauf die Retorte durch ein Lampenfeuer, ſo geht eine Gasart über, welche das Queckſilber aus der Stelle drängt, und das Gefäß anfüllt. Dieſes Gas iſt Ammonium.

Geſchichte. Das Ammonium war den Alten gänzlich unbekannt; die Alchemiſten lernten es, wiewohl nicht im Zuſtande der Reinheit, ſondern mit Kohlenſaure verbunden, und oft in Waſſer aufgelöſt, kennen. Baſilius Valentinus beſchreibt ſeine Bereitungsart. Man gab ihm den Namen flüchtiges Alkali, nannte es auch wohl Hirſchhornſalz, weil es durch Deſtillation des Hirſchhornes erhalten wurde; Urinſalz, Harnſalz wurde es genannt, weil es durch denſelben Proceß aus dem Harne; und Salmiakgeiſt, weil es aus dem Salmiak ausgeſchieden werden kann.

Black zeigte zuerſt den Unterſchied zwiſchen reinem und kohlenſaurem Ammonium, und Prieſtley gab das im Anfange dieſes Abſchnittes beſchriebene Verfahren an, um es rein darzuſtellen.

Eigenſchaften. 2. Das Ammonium iſt im gasförmigen Zuſtande durchſichtig und farbenlos wie die athmos=

phäriſche Luft; es hat wie die feuerbeſtändigen kauſtiſchen Alkalien, einen ſcharfen kauſtiſchen Geſchmack, doch iſt er nicht ſo heftig, und zerfrißt nicht die thieriſchen Körper die man damit in Berührung bringt. Es hat einen ſehr ſtechenden Geruch, der jedoch bei genugſamer Verdünnung mit Waſſer nicht unangenehm iſt. Seine Anwendung als Reizmittel bei Ohnmachten iſt bekannt.

Die Thiere werden durch das Einathmen des gasförmigen Ammoniums getödtet. Bringt man in dieſes Gas ein brennendes Licht, ſo erlöſcht es drei bis viermal nach einander; allein jedesmal wird die Flamme beträchtlich durch Zuſatz einer andern blasgelben Flamme vergrößert, und zuletzt ſenkt ſich dieſe Flamme von der Mündung auf den Boden des Gefäßes herab *).

Sein ſpecifiſches Gewicht iſt 0,000732. Zu dem Gewichte der athmosphäriſchen Luft, verhält ſich das Gewicht dieſes Gaſes wie 3 zu 5 **).

Setzt man es einer Temperatur von — 45° aus, ſo wird es zu einer tropfbaren Flüſſigkeit verdichtet, die bei Erhöhung der Temperatur wieder einen gasförmigen Zuſtand annimmt ***). Läßt man es durch eine glühende gläſerne oder porcellanene Röhre hindurch gehen, ſo wird es gänzlich in Waſſerſtoffgas und Stickgas zerſetzt †). Soll dieſer Verſuch gelingen, ſo muß der Durchmeſſer der Röhre nicht zu groß ſeyn.

Verbindung mit Waſſer. 3. Es verbindet ſich leicht mit Waſſer. Wird ein Stück Eis mit dieſem Gas in Berührung ge-

*) Priestley II, 381. **) Kirwan on Phlogiston p. 28.
***) Morveau Ann. de Chim. XXIX, 292.
†) Priestley II, 395.

bracht, ſo ſchmilzt es, und abſorbirt das gasförmige Ammonium, während zu gleicher Zeit die Temperatur deſſelben niedriger wird. Kaltes Waſſer abſorbirt dieſes Gas beinahe augenblicklich, zu gleicher Zeit wird Wärme frei, und das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers wird vermindert. Das Waſſer kann mehr als ein Drittheil dem Gewichte nach vom gasförmigen Ammonium abſorbiren und verdichten. Das ſpecifiſche Gewicht der geſättigten Auflöſung beträgt 0,9054 *). In dieſem Zuſtande wird das Ammonium gewöhnlich von den Chemiſten angewendet. Der Ausdruck Ammonium bezeichnet faſt immer die Auflöſung des Ammoniums in Waſſer.

Wird dieſe Auflöſung bis zum 130° erhitzt, ſo ſcheidet ſich das Ammonium im gasförmigen Zuſtande ab. Bei einer Temperatur von — 46° kryſtalliſirt ſie; und wenn man ſie ſchnell bis auf — 68° erkaltet, ſo nimmt ſie die Konſiſtenz einer dicken Gallerte an, und hat kaum einigen Geruch.

Es folgt aus Davy's Verſuchen, daß eine geſättigte Auflöſung des Ammoniums in hundert Theilen enthält:

74,63 Waſſer.
25,37 Ammonium.
100,00.

Folgende Tabelle, welche eben dieſer ſcharfſinnige Chemiker entworfen hat, giebt das Verhältniß des Waſſers zum Ammonium in hundert Theilen des tropfbarflüſſigen Ammoniums von verſchiedenem ſpecifiſchem Gewichte an **).

*) Priestley II, 381. Desgl. Davy Researches p. 66.

**) Davy's Researches p. 68.

Specifisches Gewicht	Ammonium.	Waſſer.
0,9054	25,37	74,63
0,9160	22,07	77,93
0,9255	19,54	80,46
0,9326	17,52	82,48
0,9385	15,88	84,12
0,9435	14,53	85,47
0,9476	13,46	86,54
0,9513	12,40	87,60
0,9545	11,56	88,44
0,9573	10,82	89,18
0,9597	10,17	89,83
0,9619	9,60	90,40
0,9684	9,50	90,50
0,9639	9,09	90,91
0,9713	7,17	92,83

Wirkung der Elektricität.

4. Das gasförmige Ammonium wird durch das Licht nicht verändert; läßt man aber den elektriſchen Funken durch daſſelbe hindurchgehen, ſo wird das Volumen des Gaſes beträchtlich vermehrt, und daſſelbe in Waſſerſtoffgas und Stickgas verwandelt *). Hieraus ergiebt ſich, daß es aus Waſſerſtoff und Stickſtoff zuſammengeſetzt ſey. Durch dieſes Verfahren dehnte Berthollet **) 1,7 Kubikzoll gasförmiges Ammonium zu einem Volumen von 3,3 Kubikzoll aus.

Wirkung des Sauerſtoffs.

5. In der Kälte wirkt das gasförmige Ammonium auf das Sauerſtoffgas nicht, läßt man aber eine Miſchung aus beiden Gasarten durch eine glühende

*) Priestley II, 589.

**) Berthollet Jour. de Phys. XXIX, 176.

porcellanene Röhre hindurchgehen, ſo erfolgt eine Detonation, es wird Waſſer gebildet, und Stickgas frei. Hieraus erſieht man, daß das Ammonium zum Theil verbrennlich ſey. Der Waſſerſtoff deſſelben verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe, und bildet Waſſer, während der Stickſtoff im gasförmigen Zuſtande entweicht *). Iſt die Menge des Sauerſtoffgaſes beträchtlich, ſo wird durch Verbindung des überflüſſigen Sauerſtoffes mit dem Stickſtoffe Salpeterſäure gebildet **). Bedient man ſich ſtatt des Sauerſtoffgaſes athmosphäriſcher Luft, ſo erfolgt dieſelbe Zerſetzung und Detonation.

Wirkung der einfachen brennbaren Stoffe. 6. Der Schwefel iſt der einzige brennbare Stoff, welcher ſich mit dem Ammonium verbindet. Der Waſſerſtoff äußert nicht die mindeſte Wirkung darauf; allein der Phosphor und die Kohle bringen bei einer hohen Temperatur eine ſehr lebhafte Wirkung auf daſſelbe zuwege.

In dem Zuſtande eines Dampfes verbindet ſich das Ammonium mit dem Schwefel, es wird ſchwefelhaltiges Ammonium gebildet, welches das Waſſer zerlegt, und damit waſſerſtoffſchwefelhaltiges Ammonium darſtellt, das ehemals Boylens rauchende Flüſſigkeit genannt wurde; weil dieſer Naturforſcher ſie zuerſt beſchrieben hat ***). Man bereitet dieſe Verbindung gewöhnlich dadurch, daß man eine Miſchung aus fünf Theilen Salmiak, fünf Theilen Schwefel und ſechs Theilen gebranntem Kalk deſtillirt.

*) Proust Nicholson's Journal III, 328.

**) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 236.

***) Shaw's Boyle II, 78.

Das waſſerſtoffſchwefelhaltige Ammonium iſt eine Flüſſigkeit von rother, oder vielmehr dunkel orange Farbe, und ſtößt wegen eines Ueberſchuſſes von Ammonium welchen ſie enthält, einen ſtinkenden Geruch aus. Ihre eigentliche Beſchaffenheit iſt zuerſt von Berthollet ausgemittelt worden *).

Der Phosphor verändert bei einer niedern Temperatur das gasförmige Ammonium nicht; läßt man aber daſſelbe über Phosphor in einer glühenden porcellanenen Röhre ſtreichen, ſo wird es zerſetzt, phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas, und phosphorhaltiges Stickgas gebildet **).

Die Kohle abſorbirt das gasförmige Ammonium, verändert aber in der Kälte ſeine Eigenſchaften nicht. Läßt man hingegen dieſes Gas durch rothglühende Kohlen ſtreichen, ſo verbindet ſich ein Theil Kohle mit demſelben, und bildet eine Subſtanz die unter dem Namen der Blauſäure bekannt iſt ***).

Der nicht brennbaren Stoffe. 7. Der Stickſtoff wirkt auf das Ammonium nicht; die Salzſäure hingegen verbindet ſich leicht mit ihm. Bringt man dieſe beide Subſtanzen im gasförmigen Zuſtande zuſammen, ſo bilden ſie eine feſte Maſſe, die ſalzſaures Ammonium (Salmiak) iſt.

Der Metalle. 8. Das Ammonium verbindet ſich nicht mit den Metallen; es verwandelt aber einige derſelben in Oxyden, und löſet ſie alsdann auf. Dieſe Oxydation iſt offenbar eine

*) Ann. de Chim. XXV, 233.

**) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 237.

***) Scheelen's chem. phyſ. Schriften. B. II. S. 346. und Clouet Ann. de Chim. XI, 30.

Folge von der Zerlegung des Waſſers mit dem das Ammoniums verbunden iſt, denn es entwickelt ſich während der Auflöſung Waſſerſtoffgas. Kupfer und Zink werden durch die Einwirkung des Ammoniums oxydirt; daſſelbe iſt der Fall bei dem Zinne und Eiſen, jedoch erfolgt bei letzterem die Oxydation nur oberflächlich. Von den übrigen Metallen wird faſt kein einziges durch die Einwirkung des Ammoniums verändert.

Löſt metalliſche Oxyden auf.

Das tropfbar flüſſige Ammonium löſet die Oxyden des Kupfers, Eiſens, Zinnes, Nickels, Zinkes, Wismuthes und Kobalts *) auf. Digerirt man es mit den Oxyden des Queckſilbers, Bleies oder Magneſiums, ſo wird es zerſetzt, und es wird Waſſer durch die Verbindung des im Ammonium enthaltenen Waſſerſtoffes mit dem Sauerſtoffe der Oxyden gebildet, zugleich entweicht der andere Beſtandtheil des Ammoniums als Stickgas **). Wird dieſer Verſuch bei einer ſehr erhöhten Temperatur angeſtellt, ſo wird zugleich mit dem Waſſer Salpeterſäure erzeugt ***).

Außerdem werden auch noch einige andere Oxyden dadurch zum Theil desoxydirt, daß man in ihre Auflöſung in Säuren Ammonium gießt. Die Auflöſung des Ammoniums in Kupfer hat eine ſchönblaue Farbe, und kann nach Sage kryſtalliſiren. Setzt man ſie der Einwirkung der Hitze aus,

*) Setzt man es im Uebermaaß zu, ſo löſet es, wiewohl in nur geringer Menge, das Protoxyde des Eiſens auf. Das Peroxyde des Eiſens iſt in demſelben unauflöslich; derſelbe Fall findet nach Thenard mit dem Peroxyde des Kobalts ſtatt.

**) Scheele.

***) Milner Phil. Trans. Fourcroy Syst. des Conn. Chim. V, 355.

ſo wird das Ammonium zum Theil hinweggetrieben, zum Theil durch Verbindung ſeines Waſſerſtoffes mit dem Sauerſtoff des Oxyde zerſetzt *).

9. Das Ammonium verbindet ſich leicht mit den Peroxyden des Goldes und Silbers, und bildet zwei Zuſammenſetzungen, welche Knallgold und Knallſilber genannt worden ſind; weil dieſelben, wenn ſie erwärmt, oder gerieben werden, mit großer Heftigkeit explodiren. Es verbindet ſich gleichfalls mit dem rothen Oxyde des Queckſilbers.

*) Klaproth hat im neuen allgemeinen Jour. der Chemie B. II. H. V. S. 498—505. einige ſehr intereſſante Verſuche über die Herſtellung der Metalle aus alkaliſchen Auflöſungen bekannt gemacht.

1. Sowohl kohlenſaures Blei, als rothes Bleioxyde (Mennige), löſten ſich in einer Lauge aus ätzendem Kali auf, aus welcher Auflöſung das Blei ſich durch ein Zinkſtäbchen, oder durch einen hineingetauchten Phosphorcylinder metalliſch fällen ließ.

2. Zinnoxyde, das aus der Auflöſung des Metalles in Salzſäure durch kohlenſaures Kali gefällt worden war, wurde von der Kalilauge mit Leichtigkeit aufgenommen, und aus der Auflöſung das Metall durch Zink metalliſch niedergeſchlagen.

3. Eine Miſchung aus zehn Theilen gediegenem Tellur, vier Theilen Schwefel und zwei und vierzig Theilen Salpeter, wurde nach und nach in einen glühenden Tiegel getragen, nach dem Detoniren eine kurze Zeit im Fließen erhalten, die Maſſe nach dem Erkalten in Waſſer aufgelöſt, und in die filtrirte Auflöſung eine Zinnſcheibe gelegt, worauf das Tellur metalliſch ausgeſchieden wurde.

4. Das Zink, ſo wie der Phosphor, ſchlugen aus der geſättigten Auflöſung des Kupfers in Ammonium letzteres metalliſch nieder.

5. Gelbes Scheeloxyde, aus dem Schlackenwalder Tungſtein, wurde mit flüſſigem ätzenden Ammonium übergoſſen, und in die klare Auflöſung ein Zinkſtäbchen geſtellt, worauf das Scheelmetall metalliſch abgeſchieden wurde. Anm. d. Ueb.

Knallgold. Das **Knallgold** wird folgendermaßen bereitet. Man löſet Gold in ſalpetriger Salzſäure auf, verdünnt die Auflöſung mit drei Theilen Waſſer dem Gewichte nach, und tröpfelt nach und nach in kleinen Antheilen ſo lange reines Ammonium zu, als noch ein Niederſchlag erfolgt. Man muß ſich hüten, nicht zu viel Ammonium zuzuſetzen, weil ſonſt ein Theil des Niederſchlags wieder aufgelöſt werden würde.

Der Niederſchlag welcher eine gelbe Farbe hat, wird mit reinem Waſſer abgewaſchen, auf Löſchpapier getrocknet, und hierauf in eine Flaſche geſchüttet, die um Unfälle zu vermeiden, nicht zugepfropft werden darf, ſondern mit einem leinenen Tuche, oder mit Papier bedeckt werden muß. Dieſes gelbe Pulver iſt Knallgold, das aus fünf Theilen gelben Goldoxyde, und einem Theile Ammonium beſtehet *). Die Bereitung des Knallgoldes beſchreibt **Baſilius Valentinus**, und alle folgende Chemiſten ſchenkten dieſer Zuſammenſetzung, ihrer ſonderbaren Eigenſchaften wegen, viel Aufmerkſamkeit. Man verſuchte verſchiedene Erklärungsarten für die knallende Eigenſchaft derſelben, ſie waren aber alle unzulänglich, bis endlich **Bergmann** im Jahre 1769 ſeine Abhandlung über dieſen Gegenſtand bekannt machte. Er zeigte, daß es eine Zuſammenſetzung aus Ammonium und dem gelben Oxyde des Goldes ſey; das während des Verknallens deſſelben, das Oxyde reducirt, und das in ihm enthaltene Stickgas im gasförmigen Zuſtande ausgeſchieden werde **).

---

*) Bergm. Opusc. II, 155.

**) Ibid. 153. Scheele. B. I. S. 193 ff.

Dieſe Thatſachen (welche zum Theil von Scheele entdeckt wurden) führten ihn zu folgender Erklärung. Das Ammonium beſtehet aus Stickſtoff und Phlogiſton. Bei der Einwirkung der Wärme verbindet ſich das Phlogiſton mit dem Oxyde, und bildet Gold, während der Stickſtoff im Zuſtande eines Gaſes entweicht. Bergmanns und Scheelens Verſuche wurden im Jahre 1786 von Berthollet wiederholt und beſtätigt; und da durch Lavoiſiers Verſuche die Natur der Oxyden genauer bekannt worden war, ſo konnte er eine befriedigendere Erklärung dieſer Erſcheinung geben. Während der Exploſion verbindet ſich der Waſſerſtoff des Ammoniums mit dem Sauerſtoffe des Oxyde, und bildet Waſſer; das Gold wird wiederhergeſtellt, und der Stickſtoff im gasförmigen Zuſtande entbunden. Die große Ausdehnbarkeit dieſer Gasart durch Wärme, erklärt die Heftigkeit der Exploſion.

Das Knallgold verknallt, wenn man es heftig erhitzt, oder in einem Mörſer reibt, oder es zu einer Temperatur zwiſchen 248° und 540° erhebt. Der Knall iſt ſehr ſtark; und wenn man den Verſuch mit einer etwas beträchtlichen Menge (z. B. mit 12 Gran) anſtellt, ſo durchlöchert es die metallenen Platten, zwiſchen die man es legt. Wird es in verſchloſſenen Gefäßen, die ſtark genug ſind, um der Wirkung deſſelben zu widerſtehen, erhitzt; ſo wird es ohne Geräuſch und ohne daß es zerſtörende Wirkungen ausübt, reducirt *). Die Königl. Societät zu London hat vergleichende Verſuche über die Gewalt, welche Knallgold und Schießpulver äußern, angeſtellt; aus dieſen gehet hervor, daß jenes dieſem nachſtehet.

---

*) Bergmanni Opusc. II, 141.

Knallſilber. Das Knallſilber wurde von Berthollet im Jahre 1788 entdeckt. Man erhält es, wenn Silber in Salpeterſäure aufgelöſt, und durch Kalkwaſſer aus ſeiner Auflöſung gefällt wird. Der Niederſchlag wird auf Löſchpapier gebracht, dieſes abſorbirt das Waſſer, und die ſalpeterſaure Kalkerde, welche ihm beigemiſcht war. Hierauf überſchüttet man den Niederſchlag mit tropfbar flüſſigem ätzenden Ammonium, und läßt ihn ſo zwölf Stunden lang ſtehen; die überſtehende Flüſſigkeit wird alsdann abgegoſſen, und das ſchwarze Pulver, das unter derſelben befindlich iſt, vorſichtig und in kleinen Antheilen auf Stückchen Löſchpapier vertheilt. Dieſes Pulver iſt Knallſilber.

Wird es ſelbſt dann, wenn es noch feucht iſt, mit einem harten Körper gedrückt, ſo explodirt es mit Heftigkeit. Wenn es trocken iſt, ſo verurſacht die leiſeſte Berührung deſſelben eine Detonation. Erhitzt man die abgegoſſene Flüſſigkeit in einer gläſernen Retorte, ſo erfolgt ein Aufbrauſen, es wird Stickgas entwickelt, und es ſetzen ſich kleine Kryſtalle an, die undurchſichtig ſind, und metalliſchen Glanz haben. Dieſe detoniren ſelbſt dann, wenn ſie unter der Flüſſigkeit berührt werden, und zerſprengen oft die Gefäße, in denen ſie enthalten ſind *).

Die Theorie des Knallſilbers iſt ganz dieſelbe wie die des Knallgoldes. Es iſt eine Zuſammenſetzung aus Ammonium und Silberoxyde. Durch Reiben, oder Erwärmen wird die Verbindung des im Oxyde enthaltenen Sauerſtoffs mit dem Wärmeſtoffe des Ammoniums bewirkt, es wird Waſſer gebildet, das Silber wird reducirt, und es entweicht Stickgas.

---

*) Berthollet Ann. de Chim. I, 54.

Knallendes amoniakaliſches Queckſilber.

Das knallende amoniakaliſche Queckſilber iſt kürzlich von Fourcroy entdeckt worden. Man erhält es, wenn eine koncentrirte Auflöſung des Ammoniums in Waſſer mit dem rothen Queckſilberoxyde digerirt wird. Hat der Proceß acht bis zehn Tage gedauert, ſo nimmt das Oxyde eine weiße Farbe an, und wird zuletzt mit kleinen kryſtalliniſchen Schuppen bedeckt. In dieſem Zuſtande detonirt es auf glühenden Kohlen eben ſo wie Knallgold. In einigen Tagen verliert es ſeine knallende Eigenſchaft, und zerſetzt ſich freiwillig. Wird es ſchwach erwärmt, ſo entweicht das Ammonium, und das rothe Oxyde erhält ſein erſtes Anſehn wieder *).

10. Die Verwandſchaften des Ammoniums ſind dieſelben wie die der feuerbeſtändigen Alkalien.

Zuſammenſetzungen des Ammoniums.

11. Da das Ammonium die Eigenſchaft beſitzt, mit dem Salpeter zu detoniren, ſo waren alle Chemiſten darin übereingekommen, daß es Plogiſton enthalte. Scheele war der erſte, welcher darauf aufmerkſam machte, daß wenn es durch die Oxyden des Magneſiums, Arſeniks oder Goldes zerſetzt wird, Stickgas entwickelt, und das Oxyde reducirt werde *). Hieraus ſchloß er, daß es aus Stickſtoff und Phlogiſton zuſammengeſetzt ſey; und Bergmann pflichtete dieſer Behauptung bei. Prieſtley fand, wenn er den electriſchen Funken durch gasförmiges Ammonium hindurch ſchlagen ließ, daß das Volumen deſſelben um das Dreifache vermehrt, und Waſſerſtoffgas gebildet wurde. Eben dieſer

*) Journals of the Royal Institution I, 256.
**) Scheelens phyſ. chem. Schr. B. I. S. 196. B. II. S. 75.

dieſer Naturforſcher erhitzte die rothen Oxyden des Bleies und Queckſilbers, die er vorher in gasförmiges Ammonium eingeſchloſſen hatte. Die Oxyden wurden hergeſtellt, es entwickelte ſich Waſſer, das gasförmige Ammonium verſchwand, und es blieb an deſſen Stelle eine beträchtliche Menge Stickgas *).

Die zuletzt angeführten Verſuche führen, ſo wie die von Scheele zu dem Schluſſe, daß das Ammonium aus Waſſerſtoff und Stickſtoff zuſammengeſetzt ſey; eine Folgerung welche durch die von Berthollet in den Jahrbüchern der franzöſiſchen Akademie vom Jahre 1785 bekannt gemachten Verſuche völlig beſtätigt wird. Er wiederhohlte die Verſuche von Scheele und Prieſtley, wandte zu ihrer Erklärung die von Lavoiſier aufgeſtellte Theorie an, und bereicherte die Erfahrungen ſeiner Vorgänger, durch mehrere neue ſehr entſcheidende Verſuche. Der wichtigſte derſelben iſt, die wechſelſeitige Zerſetzung des Ammoniums und der oxydirten Salzſäure. Miſcht man die Auflöſungen dieſer Subſtanzen in Waſſer zuſammen, ſo erfolgt ein Aufbrauſen; es wird Stickgas entwickelt, Waſſer gebildet, und die oxydirte Salzſäure wird in gewöhnliche Salzſäure verwandelt. Die Subſtanzen, welche mit einander vermiſcht wurden, waren Ammonium und oxydirte Salzſäure, welche aus Sauerſtoff und Salzſäure beſtehet, die Produkte waren Salzſäure, Stickſtoff, und Waſſer welches aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt iſt. Den Sauerſtoff des Waſſers gab die Säure her; die andern Produkte muß das verſchwundene Ammonium geliefert haben. Die Beſtandtheile des Ammoniums

*) Priestley II, 396.

müſſen demnach Stickſtoff und Waſſerſtoff ſeyn. Aus Berthollets Verſuchen geht ferner hervor, daß das Verhältniß des Stickſtoffs zum Waſſerſtoffe wie 121 zu 29 ſey *). Nach Dr. Auſtin iſt das Ammonium aus 121 Theilen Stickſtoff und 32 Theilen Waſſerſtoff zuſammengeſetzt **). Folglich enthalten 100 Theile Ammonium: 80 Theile Stickſtoff und 20 Waſſerſtoff. Berthollet's Verſuche ſind neulich von Davy beſtätigt worden ***).

Da man die Beſtandtheile des Ammoniums kannte, ſo fehlte um der Theorie Vollſtändigkeit zu geben, nur noch, daß man durch Verbindung dieſer Beſtandtheile Ammonium hervorbrachte. Auſtin miſchte Stickgas und Waſſerſtoffgas in den erforderlichen Verhältniſſen, und verſuchte durch Mitwirkung der Hitze, Elektricität und Kälte, ihre Verbindung zu bewerkſtelligen, allein er fand, daß ſo lange dieſe Stoffe im gasförmigen Zuſtande waren, ſich durch kein von ihm auszumittelndes Verfahren ihre Verbindung bewerkſtelligen ließ. Es konnte übrigens nicht bezweifelt werden, daß dieſe Verbindung oft ſtatt findet, wenn dieſe Subſtanzen in einem andern Zuſtande in Berührung kommen. Prieſtley †) und Kirwan ††) hatten auch wirklich früher als die Beſtandtheile des Ammoniums bekannt waren, die Zuſammenſetzung deſſelben bewirkt. Auch Auſtin fand, wenn Zinn mit Salpeterſäure angefeuchtet, und ein oder zwei Minuten damit

---

*) Berthollet beſtimmte das Verhältniß der Beſtandtheile des Ammoniums, indem er es durch Elektricität zerlegte, und das erhaltene neue Gas mit Sauerſtoffgas detonirte.

) Phil. Trans. 1788. *) Davy's Researches p. 56.

†) On Air II, 41. ††) On Hepatic Air. §. III.

in Berührung gelaſſen wurde, daß ſich beim Zuſatze von etwas Kali oder Kalkerde, Ammonium entwickelte.

In dieſem Verſuche wird die Salpeterſäure, und das in ihr enthaltene Waſſer zerlegt: der in beiden befindliche Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Zinne, und verwandelt es in ein Oxyde, zu gleicher Zeit verbindet ſich der Waſſerſtoff des Waſſers mit dem Stickſtoffe der Säure, und bildet Ammonium, welches durch die ſtärkere Verwandſchaft des Kali, oder der Kalkerde ausgetrieben wird. Auſtin erhielt auch noch auf einigen andern Wegen Ammonium. Er ließ in eine mit Queckſilber gefüllte Glasröhre etwas Stickgas treten, und brachte hierauf mit dieſem Eiſenfeile, die mit Waſſer angefeuchtet worden war in Berührung. Das Eiſen zerſetzte das Waſſer, verband ſich mit dem Sauerſtoffe deſſelben, und der Waſſerſtoff, welcher mit dem Stickſtoffe, ſo wie er frei wurde, in Berührung kam, verband ſich mit dieſem zu Ammonium. Dieſer Verſuch zeigt, daß der gasförmige Zuſtand des Stickgaſes ſeine Verbindung mit dem Waſſerſtoff nicht verhindert.

Zweites Kapitel.

Von den Erden.

Das Wort Erde hat in der gewöhnlichen Sprache eine doppelte Bedeutung; zuweilen bedeutet es den Planeten, welchen wir bewohnen, zuweilen den Boden, in welchem die Vegetabilien wachſen. Die Chemiſten haben dieſe Erde, welche auch Gartenerde genannt wird, unterſucht, und ge-

funden, daß ſie aus einer Menge von Subſtanzen beſtehet, die ohne Ordnung und Regelmäßigkeit mit einander vermiſcht ſind. Der größte Theil derſelben, ſo wie der Steine welche einen beträchtlichen Theil des Erdballs ausmachen, beſtehen aus einer kleinen Anzahl Subſtanzen, die mehrere Eigenſchaften mit einander gemein haben. Dieſe Subſtanzen haben die Chemiſten in eine Klaſſe gebracht, und Erden genannt.

Jeder Naturkörper, welcher folgende Eigenſchaften beſitzt, wird eine Erde genannt.

Eigenſchaften.

1. Er muß unauflöslich, oder doch beinahe unauflöslich in Waſſer ſeyn; wenigſtens muß er dann, wenn er mit Kohlenſäure verbunden iſt, unauflöslich werden.

2. Keinen Geſchmack noch Geruch, wenigſtens in dem Falle nicht haben, wenn er mit Kohlenſäure verbunden iſt.

3. Feuerbeſtändig, unverbrennlich, und in ſeinem reinen Zuſtande durch Feuer unveränderlich ſeyn.

4. Sein ſpecifiſches Gewicht darf nicht größer als 4,9 ſeyn.

5. Im reinen Zuſtande müſſen die Erden die Form eines weißen Pulvers annehmen können.

6. Durch Glühen mit brennbaren Körpern dürfen ſie nicht verändert werden.

Bis jetzt kennt man neun Naturkörper, welche den angegebenen Beſtimmungen zufolge in die Klaſſe der Erden gehören.

1. Die Baryterde.
2. Die Strontianerde.
3. Die Kalkerde.
4. Die Bittererde.
5. Die Alaunerde.
6. Die Yttererde.
7. Die Glücinerde.
8. Die Zirkonerde.
9. Die Kieſelerde.

Nicht jedes der oben angegebenen Kennzeichen iſt, vielleicht ſtreng genommen, in jeder dieſer verſchiedenen Erden anzutreffen, allein alle beſitzen eine hinreichende Menge gemeinſamer Eigenſchaften, ſo daß es zweckmäßig iſt, ſie unter eine Klaſſe zu bringen.

Erſter Abſchnitt.

Von der Barÿterde.

Geſchichte. Die Barÿterde wurde von Scheele im Jahre 1774 entdeckt. Er theilte die erſte Nachricht von ihren Eigenſchaften in ſeiner Abhandlung über den Braunſtein der gelehrten Welt mit *). Man findet häufig ein Foſſil von beträchtlichem ſpecifiſchem Gewichte, das ein blättriges Gefüge hat, ſpröde iſt, und Schwerſpath genannt wird. Dieſes hielt man lange Zeit für eine Verbindung der Schwefelſäure mit der Kalkerde. Gahn analyſirte dieſes Foſſil im Jahre 1775, und fand als Beſtandtheile Schwefelſäure und die neue Erde **). Bergmann beſtätigte die Verſuche dieſes Chemikers, und nannte dieſe Erde Terra ponderosa, Schwererde ***). Morveau nannte ſie Barote, und Kirwan Barytes †); letztere Benennung erhielt Bergmann's Beifall ††), und iſt jetzt allgemein angenommen.

*) Scheelens phyſ. chem. Schriften. B. II. S. 65.

**) Bergmanns Anmerkungen zu Scheffer. §. 167.

***) Bergm. Opusc. III, 291.

†) Von βαρυς, ſchwer.

††) Bergm. Opusc. IV, 261.

Scheele, Bergmann, Wiegleb und Afzelius theilten verſchiedene Verfahrungsarten mit, dieſe Erde darzuſtellen; allein man lernte dadurch, außer denen von dem erſten Entdecker aufgefundenen Eigenſchaften, wenig neue kennen, bis Dr. Hope im Jahre 1793 ſeine Verſuche bekannt machte *). Im Jahre 1797 wurden durch die Verſuche von Pelletier, Fourcroy und Vauquelin unſre Kenntniſſe von dieſer Erde noch mehr erweitert **).

1. Die Baryterde läßt ſich aus dem Schwerſpath durch folgendes Verfahren, welches Vauquelin angegeben hat, am leichteſten darſtellen. Das Foſſil wird zu einem feinen Pulver gerieben, mit dem achten Theile Kohlenpulver dem Gewichte nach vermiſcht, und einige Stunden lang in einem Schmelztiegel ſtark geglühet. Durch dieſe Behandlung wird die ſchwefelſaure Baryterde in ſchwefelhaltige Baryterde verwandelt. Dieſe wird in Waſſer aufgelöſt, in die Auflöſung Salpeterſäure gegoſſen, und dadurch der Schwefel niedergeſchlagen. Die Auflöſung, welche die mit Salpeterſäure verbundene Baryterde enthält, wird filtrirt und langſam bis zum Kryſtalliſationspunkte verdunſtet. Die Kryſtalle werden in einen Schmelztiegel gethan, in einem heftigen Feuer die Salpeterſäure hinweggetrieben, worauf die Baryterde rein zurückbleibt ***).

Ein andres weniger koſtſpieliges Verfahren iſt dasjenige, welches Hope ungleich früher angegeben hat, und das ſeit

---

*) Edinb. Trans. IV, 36.

**) Ann. de Chim. XXI, 113 et 276.

***) Wird ſie auf die oben beſchriebene Art bereitet, ſo enthält ſie ſtets 0,08 kohlenſaure Baryterde, und zuweilen noch ungleich mehr.

einiger Zeit mehrere auswärtige Chemiſten empfohlen haben, ohne des erſten Erfinders zu erwähnen. Die Methode iſt folgende: Die ſchwefelſaure Baryterde wird dadurch, daß man ſie ſtark mit Kohlenpulver glühet, zerſetzt; das erhaltene Produkt wird mit Waſſer behandelt, um alles Auflösliche hinwegzunehmen, und die filtrirte Flüſſigkeit mit einer Auflöſung des kohlenſauren Natrums vermiſcht. Es fällt ein weißes Pulver zu Boden, dieſes wird ausgewaſchen, mit Kohlenpulver in Kugeln geformt, und in einem Schmelztiegel heftig geglühet. Uebergießt man hierauf dieſe Kugeln mit kochendem Waſſer, ſo wird ein Theil der Baryterde aufgelöſt, welcher beim Erkalten der Flüſſigkeit in Kryſtallen anſchießt.

Eigenſchaften. 2. Die durch das zuerſt beſchriebene Verfahren erhaltene Baryterde hat eine grauweiße Farbe, und iſt porös, ſo daß ſie ſich leicht in Pulver verwandeln läßt. Sie hat einen ſcharfen ätzenderen Geſchmack als die Kalkerde, und wirkt innerlich genommen als ein heftiges Gift. Sie hat keinen merklichen Geruch. Die blauen Pflanzenfarben werden von ihr grün gefärbt; die thieriſchen Körper werden von ihr wie von den feuerbeſtändigen Alkalien, obwohl nicht mit derſelben Heftigkeit, zerſetzt.

Nach Fourcroy beträgt das ſpecifiſche Gewicht dieſer Erde 4 *); nach Haſſenfratz nur 2,374 **). Man hat übrigens Grund zu vermuthen, daß bei dem von dieſem Naturforſcher beobachteten Verfahren, das ſpecifiſche Gewicht aller Körper zu gering angegeben iſt.

Wird ſie erhitzt, ſo wird ſie härter, und bekommt im

*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 189.
**) Ann. de Chim. XXVIII, 11.

Innern einen Stich ins Blaugrüne. Wird ſie auf der Kohle vor dem Löthrohre erhitzt, ſo ſchmilzt ſie, wallt auf, und fließt zu Kügelchen, die ſchnell in die Kohle eindringen *). Wahrſcheinlich rührt dieſes von einem Hinterhalt an Waſſer her, denn Lavoiſier fand die Baryterde in dem ſtärkſten Feuersgrade, welchen er hervorbringen konnte, unveränderlich.

Aus der Luft zieht ſie augenblicklich Feuchtigkeit an; demzufolge ſchwillt ſie auf, es wird Wärme entwickelt, und die Baryterde zerfällt zu einem weißen Pulver, wie es bei der Kalkerde, auf die Waſſer geſpritzt wird, der Fall iſt **). Iſt die Baryterde auf die angegebene Art gelöſcht worden, ſo zieht ſie allmählich Kohlenſäure an, und verliert ihre Kauſticität, zugleich erfährt ſie eine Gewichtszunahme von 0,22 ***). Man kann daher die Baryterde nur in verſchloſſenen Gefäßen gegen Veränderungen ſchützen.

Wirkung des Waſſers.

3. Wird etwas Waſſer auf Baryterde geſchüttet, ſo wird ſie wie die Kalkerde, nur ungleich raſcher und mit Entwickelung einer größern Menge Wärme, gelöſcht. Die Maſſe wird weiß und ſchwillt beträchtlich auf. Iſt die Menge des Waſſers ſo groß, um ſie vollſtändig zu verdünnen, ſo kryſtalliſirt die Baryterde beim Erkalten, und nimmt die Geſtalt eines aus nadelförmigen Kryſtallen beſtehenden Steines an; ſetzt man ſie der Luft aus, ſo zieht ſie nach und nach Kohlenſäure aus derſelben an, und zerfällt in Pulver †).

*) Fourcroy et Vauquelin Ann. de Chim. XXI, 276.

**) Ibid. pag. 259.

***) Mem. de l'Inst. nat. II, 59.

†) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 195.

Das Waſſer löſet 0,05 Theile dem Gewichte nach, von der Baryterde auf. Dieſe Auflöſung, welche unter dem Namen des Barytwaſſers bekannt iſt, iſt durchſichtig und farbenlos, hat einen ſcharfen Geſchmack, verwandelt die blauen Pflanzenfarben erſt ins Grüne, und zerſtört ſie alsdann gänzlich. An der Luft überzieht ſich ihre Oberfläche bald mit einer erdigten Rinde, die eine Verbindung der Baryterde mit Kohlenſäure iſt.

Kochendes Waſſer löſet mehr als die Hälfte dem Gewichte nach, von der Baryterde auf. Beim Abkühlen der Auflöſung ſetzt ſich der größte Theil der aufgelöſten Baryterde in Kryſtallen ab, deren Geſtalt verſchieden iſt, je nachdem ſie mit mehr oder weniger Schnelligkeit gebildet wurden. Sind ſie am regelmäßigſten, ſo ſtellen ſie flache ſechsſeitige Prismen dar, mit zwei breiten, und zwei dazwiſchen liegenden ſchmalen Seitenflächen, die an den Enden von vierſeitigen Pyramiden begränzt werden, welche in manchen Fällen der größeſte Theil des Kryſtalls ſind. Erfolgt die Kryſtalliſation langſam, ſo ſind ſie einzeln und groß; war hingegen die Auflöſung mit Baryterde geſättigt, ſo werden ſie ſchnell abgeſetzt, und ſind dann gewöhnlich dünner und kleiner. In letzterem Falle ſind ſie auch ſo aneinander gefügt, daß ſie Gruppen bilden, welche den Blättern des Farrenkrautes nicht unähnlich ſind *).

Dieſe Kryſtalle ſind durchſichtig und farbenlos, und ſcheinen aus 53 Theilen Waſſer und 47 Theilen Baryterde zu beſtehen. Setzt man ſie einer Temperatur aus, welche der Siedhitze des Waſſers gleich iſt, ſo kommen ſie in wäß-

*) Hope Edinb. Trans. IV, 36.

rigen Fluſs; das will ſo viel ſagen; das in ihnen enthaltene Waſſer reicht hin, die Baryterde aufgelöſt zu erhalten. Bei einem ſtärkeren Feuersgrade verdunſtet das Waſſer. Aus der Luft ziehen ſie Kohlenſäure ein, und zerfallen in Staub. Bei einer Temperatur von 60° ſind ſie in 17½ Theilen Waſſers auflöslich; kochendes Waſſer hingegen nimmt jede beliebige Menge derſelben auf. Der Grund hiervon iſt einleuchtend, denn bei dieſer Temperatur iſt das in ihnen enthaltene Kryſtalliſationswaſſer hinreichend, ſie aufgelöſt zu erhalten*).

Wirkung des Sauerſtoffs. 4. Die Baryterde wird durch das Licht nicht verändert, auch geht ſie, ſo weit unſere bisherige Erfahrungen reichen, mit dem Sauerſtoff keine Verbindung ein.

5. Keine der einfachen brennbaren Subſtanzen verbinden ſich mit dieſer Erde, den Schwefel und Phosphor ausgenommen.

Des Schwefels. Die ſchwefelhaltige Baryterde wird dadurch gebildet, daß man dieſe beiden Stoffe mit einander vermiſcht, und ſie in einem Schmelztiegel erhitzt. Die Miſchung kommt bei der Glühhitze in Fluß, und bildet beim Erkalten eine röthlich gelbe Maſſe ohne Geruch, die ſchwefelhaltige Baryterde iſt.

Dieſe Zuſammenſetzung zerlegt mit großer Lebhaftigkeit das Waſſer, es wird ſchwefelhaltiger Waſſerſtoff gebildet, der ſich mit der ſchwefelhaltigen Baryterde verbindet, und ſie in eine waſſerſtoffſchwefelhaltige Zuſammenſetzung verwandelt. Dieſe Veränderung findet ſtatt, wenn die ſchwefelhaltige Baryterde mit Waſſer angefeuchtet, oder der Einwirkung der athmosphäriſchen Luft ausgeſetzt wird. Gießt

---

*) Hope Edinb. Trans. IV, 36.

man kochendes Waſſer auf ſchwefelhaltige Baryterde, ſo wird beinahe augenblicklich eine beträchtliche Menge ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas gebildet, das ſich mit dem Waſſer verbindet, und die Auflöſung der ſchwefelhaltigen Baryterde bewirkt. Beim Erkalten der Auflöſung, werden eine beträchtliche Menge weißer glänzender Kryſtalle ausgeſchieden, die zuweilen die Geſtalt nadelförmiger Kryſtalle, zuweilen die ſechsſeitiger Prismen, zuweilen die ſechsſeitiger Tafeln haben. Dieſe Kryſtalle beſtehen aus ſchwefelhaltigem Waſſerſtoff und Baryterde, und ſind von Berthollet, der ſie zuerſt ausführlich beſchrieben hat, waſſerſtoffſchwefehaltige Baryterde genannt worden. Die Flüſſigkeit welche dieſe Kryſtallen abgeſetzt hat, hat eine gelbe Farbe, und enthält ſchwefelwaſſerſtoffhaltige Baryterde aufgelöſt *).

Des Phosphors. Schüttet man eine Miſchung aus Phosphor und Baryterde in eine an dem Ende verſchloſſene Glasröhre, und erhitzt man dieſelbe über glühende Kohlen, ſo verbinden ſich dieſe beide Subſtanzen in kurzer Zeit, und bilden phosphorhaltige Bittererde. Dieſe Zuſammenſetzung hat eine dunkelbraune Farbe, iſt ſehr glänzend und leichtflüſſig. Wird ſie angefeuchtet, ſo ſtößt ſie den Geruch nach phosphorhaltigem Waſſerſtoffgaſe aus. Wirft man ſie in Waſſer, ſo wird ſie nach und nach zerſetzt, es wird phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas entwickelt, das ſowie es die Oberfläche des Waſſers durchbricht, ſich entzündet; der Phosphor verwandelt ſich nach und nach in Phosphorſäure **).

Wirkung der unverbrennlichen Stoffe. 6. Der Stickſtoff iſt ohne Wirkung auf die Baryterde, ſie verbindet ſich hingegen leicht mit

*) Ann. de Chim. XXV, 233.

**) Fourcroy Syſt. des Conn. Chim. II, 191.

der Salzſäure, und bildet eine Zuſammenſetzung welche ſalzſaure Baryterde genannt wird.

Wirkung der Metalle und ihrer Oxyden.

7. Die Baryterde äußert keine Wirkung auf die Metalle; allein ſie verbindet ſich mit mehreren metalliſchen Oxyden, und ſtellt mit ihnen Zuſammenſetzungen dar, die bis jetzt noch nicht gehörig unterſucht worden ſind. Wenn man z. B. Baryterde in eine Auflöſung des Silbers oder Bleies in Salpeterſäure ſchüttet, ſo wird erſteres braun, letzteres weiß niedergeſchlagen; ſetzt man hingegen einen Ueberſchuß von Barytwaſſer zu, ſo wird der Niederſchlag wieder aufgelöſt *).

Der Alkalien.

8. Mit den Alkalien geht die Baryterde keine Verbindung ein. Ihre Beſtandtheile ſind unbekannt; ſie ähnelt aber den Alkalien in ſo manchen Eigenſchaften, daß man nicht umhin kann zu vermuthen, daß die Zuſammenſetzung beider analog ſey.

Verwandſchaften.

Nach Bergmann, beobachten ihre Verwandſchaften folgende Ordnung.

Salpeterſäure.	Weinſteinſäure.
Kleeſäure.	Arſenikſäure.
Bernſteinſäure.	Milchſäure.
Flußſäure.	Benzoeſäure.
Phosphorſäure.	Eſſigſäure.
Milchzuckerſäure.	Boraxſäure.
Salpeterſäure.	Schweflichte Säure.
Salzſäure.	Kohlenſäure.
Korkſäure.	Blauſäure.
Zitronenſäure.	

*) Fourcroy et Vauquelin Mem. de l'Inst. II, 61.

Zweiter Abſchnitt.

Von der Strontianerde.

Geſchichte. Um das Jahr 1787 brachte ein Mineralienhändler ein Foſſil nach Edinburg, das in den Bleigruben von Strontian in Argyleſhire gefunden wird, wo es mit mehreren andern Subſtanzen vermiſcht, in das Erz eingebettet angetroffen wird. Zuweilen iſt es durchſichtig und farbenlos, gemeiniglich hat es aber einen Stich ins Gelbe oder Grüne. Seine Härte iſt 5. Sein ſpecifiſches Gewicht wechſelt von 3,4 bis zu 3,762. Sein Gefüge iſt gewöhnlich faſerig; zuweilen findet man es in zarten prismatiſchen Säulen von verſchiedener Länge kryſtalliſirt *).

Dieſes Foſſil wurde allgemein für kohlenſaure Baryterde gehalten; bis Dr. Crawford durch einige Verſchiedenheiten, die er zwiſchen der Auflöſung deſſelben in Salzſäure, und der Auflöſung der Baryterde in derſelben Säure bemerkte, aufmerkſam gemacht, vermuthete, daß es vielleicht eine neue Erde enthalte. Dieſe Vermuthung trug er in ſeiner Abhandlung über die ſalzſaure Baryterde, die er im Jahre 1790 bekannt machte, vor, und überſchickte zugleich eine Probe davon an Kirwan, um fernere Verſuche damit anzuſtellen. Dr. Hope ſtellte im Jahre 1791 eine Reihe von Verſuchen hierüber an, die er im Jahre 1792 in der Edinburger Societät vorlas, und die in den Transactionen derſelben, welche zu Anfang des Jahres 1794 erſchie-

*) Hope Edinb. Trans. IV, 44.

nen, abgedruckt wurden. Aus dieſen Verſuchen ging hervor, daß dieſes Foſſil aus Kohlenſäure und einer eigenthümlichen Erde, deren Eigenſchaften näher angegeben wurden, zuſammengeſetzt ſey. Hope nannte dieſe Erde Strontites. Klaproth analyſirte das Foſſil im Jahre 1793, und erhielt dieſelben Reſultate wie Hope, ohne von den Verſuchen des letztern, die erſt ſpäter durch den Druck bekannt wurden, etwas zu wiſſen. Klaproth's Verſuche wurden in Crells Annalen vom Jahre 1793 *) und 1794 **) abgedruckt. Auch Kirwan fand im Jahre 1793 die intereſſanteſten Eigenthümlichkeiten dieſer Erde, wie man aus ſeinem Briefe an Crell erſieht, ungeachtet ſeine Abhandlung über dieſen Gegenſtand, welche er im Jahre 1794 in der Irländiſchen Akademie vorlas, erſt im Jahre 1795 gedruckt wurde.

Pelletier, Fourcroy und Vauquelin †) beſtätigten die Verſuche jener Naturforſcher, und fanden noch einige neue Eigenſchaften dieſer Erde auf. Klaproth gab derſelben von dem Findorte den Namen Strontianerde; und dieſe Benennung iſt jetzt allgemein angenommen.

Die Strontianerde wird an mehreren Orten unſerer Erde häufig angetroffen, ſie iſt aber nicht rein, ſondern ſtets mit Kohlenſäure oder Schwefelſäure verbunden.

Darſtellung der reinen Strontianerde.

1. Die Kohlenſäure kann der kohlenſauren Strontianerde dadurch entzogen werden, daß

---

*) Crells chem. Annalen 1793. B. II. S. 189.

**) Ebend. 1794. B. I. S. 99. desgl. Klaproths Beiträge. B. I. S. 260.

†) Ann. de Chim. XXI, 115 et 276. desgl. Jour. de Min. An. VI. 3.

man das Foſſil mit Kohlenpulver vermiſcht, einer Temperatur von 140° nach Wedgwoods Pyrometer ausſetzt *). Ein anderes Verfahren beſtehet darin, daß man daſſelbe in Salpeterſäure auflöſt, die Auflöſung bis zum Kryſtalliſationspunkte verdunſtet, und die Kryſtalle in einem Schmelztiegel ſo lange glühet, bis alle Salpeterſäure entwichen iſt. Aus der ſchwefelſauren Strontianerde läßt ſich die reine Strontianerde genau durch daſſelbe Verfahren abſcheiden, das im vorhergehenden Abſchnitte, um die Baryterde zu gewinnen, gelehrt wurde.

Eigenſchaften. 2. Die durch eine oder die andre der beſchriebenen Verfahrungsarten erhaltene reine Strontianerde iſt eine poröſe Maſſe von graulich weißer Farbe, ſcharfem und alkaliſchem Geſchmacke; ſie verwandelt die blaue Farbe der Vegetabilien in die grüne. Ihr ſpecifiſches Gewicht beträgt nach Haſſenfratz 1,647 **). Auf die thieriſchen Körper wirkt ſie nicht ſo heftig wie die Baryterde, auch iſt ſie nicht giftig ***).

Sie ſchmilzt nicht, wenn ſie erhitzt wird, wie die Baryterde; allein vor dem Löthrohre wird ſie mit Licht durchdrungen, und von einer ſo weißen glänzenden Flamme umgeben, daß das Auge ſie kaum ertragen kann †).

Wirkung des Waſſers. 3. Spritzt man Waſſer auf Strontianerde, ſo wird ſie gelöſcht; ſie erhitzt ſich, und zerfällt eben ſo wie die Baryterde in Pulver. In Anſehung der Auf-

---

*) Kirwan.

**) Ann. de Chim. XXVIII, 12.

***) Pelletier Ibid. XXI, 120.

†) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 227.

löslichkeit in Waſſer ſteht ſie der Baryterde nach. Bei einer Temperatur von 60° löſen ungefähr 162 Theile Waſſer einen Theil von dieſer Erde auf. Die Auflöſung, welche Strontianwaſſer genannt wird, iſt hell und durchſichtig, und färbt die blauen Pflanzenſäfte grün. Heißes Waſſer löſet ſie in weit beträchtlicherer Menge auf; beim Erkalten der Anflöſung wird der größte Theil der aufgelöſten Strontianerde in farbenloſen durchſichtigen Kryſtallen abgeſchieden. Dieſe ſind vierſeitige Blätter, gewöhnlich ſind es Parallelogramme; der größte dieſer Kryſtalle iſt ſelten länger als ein Viertheil Zoll. Zuweilen ſind die Ecken derſelben eben, gewöhnlicher beſtehen ſie aus zwei Flächen, die dachförmig zuſammengefügt ſind. In den meiſten Fällen hängen dieſe Kryſtalle ſo zuſammen, daß ſie eine dünne Platte von einem und mehr Zoll Länge und einem halben Zoll Breite bilden. Zuweilen iſt ihre Geſtalt kubiſch. Sie enthalten ungefähr 68 Procent Waſſer. Bei der Temperatur von 60° löſen 51,4 Theile Waſſer einen Theil davon auf. Kochendes Waſſer nimmt beinahe die Hälfte dem Gewichte nach in ſich. An der Luft verlieren ſie ihr Kryſtalliſationswaſſer, ziehen Kohlenſäure an, und zerfallen zu Pulver *). Ihr ſpecifiſches Gewicht beträgt 1,46 **).

Des Sauerſtoffes.

4. Das Licht äußert auf die Strontianerde keine Wirkung, ſie verbindet ſich auch nicht mit dem Sauerſtoffe.

Der brennbaren Stoffe.

5. Schwefel und Phosphor ſind unter den einfachen verbrennlichen Stoffen die einzigen, mit denen ſie eine Vereinigung eingehet.

Man

---

*) Hope Edinb. Trans. IV, 44.

**) Hassenfratz Ann. de Chim. XXVIII, 11.

Schwefelhaltige Strontianerde. Man kann eine Verbinduug zwiſchen dem Schwefel und der Strontianerde bewirken, wenn man beide Subſtanzen in einem Schmelztiegel zuſammenſchmilzt. Das ſchwefelhaltige Strontian iſt vermittelſt des ſchwefelhaltigen Waſſerſtoffs welches entwickelt wird, in Waſſer auflöslich. Wird die Auflöſung verdunſtet, ſo wird waſſerſtoffſchwefelhaltige Strontianerde in Kryſtallen abgeſchieden, und es bleibt hydrogeniſirte ſchwefelhaltige Strontianerde aufgelöſt. Dieſe drei Zuſammenſetzungen ähneln in ihrem Verhalten der ſchwefelhaltigen, waſſerſtoffſchwefelhaltigen, und hydrogeniſirten ſchwefelhaltigen Baryterde ungemein, und erfordern daher keine beſondere Beſchreibung. Phosphorhaltige Strontianerde. Dieſelbe Bemerkung findet auch in Rückſicht der phosphorhaltigen Strontianerde ſtatt, die auf eben die Art wie die phosphorhaltige Baryterde bereitet werden kann.

Werkung der unverbrennlichen Stoffe, Metalle und Alkalien. 6. Die Strontianerde verbindet ſich nicht mit dem Stickſtoffe; allein ſie vereinigt ſich leicht mit der Salzſäure, und bildet damit ſalzſaure Strontianerde.

7. Die Strontianerde iſt auf die Metalle ohne Wirkung; ſie verbindet ſich aber mit verſchiedenen Oxyden derſelben, und bildet Zuſammenſetzungen, die bis jetzt noch nicht unterſucht worden ſind.

8. Sie vereinigt ſich weder mit den Alkalien noch mit der Baryterde. Miſcht man Strontianwaſſer und Barytwaſſer zuſammen, ſo erfolgt kein Niederſchlag *).

9. Die Strontianerde beſitzt die Eigenſchaft die Flamme

---

*) Morveau Ann. de Chim. XXXI. 251.

ſchön roth, oder vielmehr purpurroth zu färben; eine Eigenſchaft, die Dr. Aſch im Jahre 1787 entdeckt hat. Man kann dieſen Verſuch ſo anſtellen, daß man etwas von dem Salze, welches aus Salpeterſäure und Strontianerde beſtehet, in das Tocht eines Lichtes bringt *), oder daß man Alkohol entzündet, der ſalzſaure Strontianerde aufgelöſt hat. In beiden Fällen hat die Flamme eine lebhaft purpurrothe Farbe. In dieſer Rückſicht unterſcheidet ſie ſich von der Baryterde, die, wenn man mit ihr den beſchriebenen ähnliche Verſuche anſtellt, der Flamme eine bläulicht gelbe Farbe ertheilt **).

10. Die Verwandſchaften der Strontianerde ſind nach Hope und Vauquelin folgende:

Schwefelſäure.	Salzſänre.
Phosphorſäure.	Bernſteinſäure.
Kleeſäure.	Eſſigſäure.
Weinſteinſäure.	Arſenikſäure.
Flußſäure.	Boraxſäure.
Salpeterſäure.	Kohlenſäure.

Baryterde und Strontianerde nähern ſich in ihren Eigenſchaften faſt eben ſo ſehr wie Kali und Natrum; man hat ſie daher, ſo wie dieſe beiden Alkalien einige Zeit mit einander verwechſelt. Die meiſten Verſchiedenheiten zeigen dieſe beide Erden in ihren Verbindungen mit Säuren.

*) Vauquelin Jour. de Mines An VI, 10.

**) Pelletier Ann. de Chim. XXI, 137.

Dritter Abſchnitt.

Von der Kalkerde.

Die Kalkerde iſt ſeit den entfernteſten Zeiten bekannt. Die Alten bedienten ſich derſelben in der Arzneikunde; ſie machte einen Hauptbeſtandtheil ihres Mörtels aus, auch wandten ſie dieſelbe zum Düngen der Felder an.

Man trifft dieſe Erde faſt in allen Gegenden unſers Erdballs an, ja man könnte ſagen, es gebe keinen Ort an welchem dieſelbe nicht gefunden wird. Am reinſten kommt dieſelbe in den Kalkſteinen, Marmorarten und der Kreide vor. Keine dieſer Subſtanzen beſtehet übrigens aus reiner Kalkerde; ſie können aber alle dadurch in dieſelbe verwandelt werden, daß man ſie einige Zeit der Weißglühhitze ausſetzt. Dieſer Proceß wird das Kalkbrennen genannt. Das dadurch erhaltene Produkt welches im gemeinen Leben gebrannter Kalk genannt wird, iſt die Kalkerde des Chemiſten.

1. Wählt man diejenigen kryſtalliſirten Kalkſteine welche Kalkſpathe genannt werden, und die vollkommen weiß und durchſichtig ſind, zum Brennen, ſo erhält man völlig reine Kalkerde. Auch einige reine weiße Marmorarten geben bei ähnlicher Behandlung dieſe Erde. Ein anderes Verfahren iſt folgendes. Man löſet Auſterſchaalen in Salzſäure auf, filtrirt die Auflöſung, und ſetzt ihr ſo lange Ammonium zu, als noch ein weißes Pulver zu Boden fällt. Die Auflöſung wird abermals filtrirt, die Flüſſigkeit mit einer Auflöſung kohlenſaurer Kalkerde vermiſcht; das niederfallende

Pulver ausgeſüßt und getrocknet, und in einem Platintiegel heftig geglühet.

Eigenſchaften. 2. Die **reine Kalkerde** hat eine weiße Farbe, iſt mäßig hart, läßt ſich aber leicht pulvern.

Sie hat einen warmen brennenden Geſchmack, und zerfrißt und zerſtört diejenigen thieriſchen Subſtanzen, mit welchen ſie in Berührung kommt. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 2,3 *). Sie färbt blaue Pflanzenfarben grün, zuletzt macht ſie dieſelben gelb.

Sie iſt in dem heftigſten Feuer unſchmelzbar, ſelbſt die Hitze welche durch die ſtärkſten Brenngläſer hervorgebracht werden kann, vermag nichts über dieſelbe.

Löſchen des Kalkes. 3. Wird Waſſer auf friſch gebrannte Kalkerde geſchüttet, ſo ſchwillt ſie auf, zerfällt, und wird bald in ein ſehr feines Pulver verwandelt. Es wird hiebei eine ſo beträchtliche Menge Wärme frei, daß ein Theil des Waſſers in Dämpfen entweicht. Iſt die Menge des gelöſchten (ſo wird jene Operation genannt) Kalkes beträchtlich, ſo iſt die Hitze ſo groß, daß ſie brennbare Körper entzündet. Auf dieſe Art ſind zuweilen Fahrzeuge die mit gebranntem Kalke beladen waren, in Brand geſetzt worden. Löſcht man große Quantitäten Kalk im Finſtern, ſo entwickelt ſich, wie **Pelletier** beobachtet hat, nicht allein Wärme, ſondern auch Licht **). Wird gelöſchter Kalk gewogen, ſo findet man ihn ſchwerer als er vorher war. Dieſe Gewichtszunahme rührt von der Verbindung eines Theils Waſſers mit der Kalkerde her; in der Glühhitze entweicht daſſelbe wieder, und die Kalkerde wird in

---

*) Kirwan.

**) Jour. de Phys. Tom. XXII.

denſelben Zuſtand verſetzt, in welchem ſie ſich vor dem Löſchen befand *).

Hieraus ergiebt ſich der Grund, warum beim Löſchen des Kalkes Wärme entwickelt wird. Es verbindet ſich ein Theil des Waſſers mit der Kalkerde, und gehet dadurch aus dem flüſſigen in den feſten Zuſtand über; dieſer Antheil Waſſer läßt mithin den Antheil Wärmeſtoff fahren, der ihm die Flüſſigkeit ertheilte, vielleicht auch eine beträchtliche Menge von demjenigen Wärmeſtoff, welche ſelbſt dann noch in dem Waſſer enthalten iſt, wenn ſich dieſes im Zuſtande des Eiſes befindet. Denn wenn zwei Theile Kalkerde mit einem Theile Eiſe (beide von 32°) vermiſcht werden, ſo verbinden ſie ſich mit Lebhaftigkeit, und ihre Temperatur ſteigt auf 212°. Die Erhöhung der Temperatur, welche bei dem Löſchen der Baryterde und Strontianerde ſtatt findet, rührt von derſelben Urſache her.

Der Geruch, welcher beim Löſchen des Kalkes wahrgenommen wird, wird durch einen Theil Kalkerde, welchen der Waſſerdampf in die Höhe reißt, verurſacht. Man überzeugt ſich hievon, wenn man blaue Pflanzenſäfte dieſem Dampfe ausſetzt, dieſe werden von ihm grün gefärbt.

Unterſchied zwiſchen kohlenſaurer und reiner Kalkerde.

Kalkſtein und Kreide beſitzen, ungeachtet ſie durch Brennen in Kalkerde verwandelt werden können, doch keine der Eigenſchaften dieſer wirkſamen Subſtanz, in einem merklichen Grade. Sie haben keinen Geſchmack, ſind beinahe ganz unauflöslich in Waſſer, und wirken kaum merklich auf thieriſche Körper.

*) Dr. Black.

Woher rühren demnach die neuen Eigenſchaften der Kalkerde? welche Veränderungen erleidet ſie im Feuer?

Es war eine längſt bekannte Thatſache, daß der Kalkſtein durch das Brennen einen beträchtlichen Theil ſeines Gewichtes verliere. Es war daher eine ſehr natürliche Vermuthung, daß etwas während des Kalcinirens abgeſchieden werde. Dem gemäß ſtellten Van Helmont, Ludwig, Macquer nach einander Verſuche an, um auszumitteln was dieſes Etwas ſey; ſie kamen alle darin überein, daß es reines Waſſer ſey, welches die Kalkerde, wenn ſie der athmosphäriſchen Luft ausgeſetzt wird, aus dieſer wieder annimmt.

Da die neuen Eigenſchaften, welche die Kalkerde durch das Brennen erhält, ſich nicht aus dieſem Verluſte erklären ließen, ſo nahm man allgemein Stahls Theorie über dieſen Gegenſtand an. Dieſer glaubte, daß die Veränderungen, welche die Kalkſteine durch das Brennen erleiden, von der äußerſt feinen Zertheilung ihrer Theile durch die Einwirkung des Feuers herrühren. Boyle hatte früher als Stahl zu zeigen geſucht, daß dieſe Eigenſchaften eine Folge von der Figirung des Feuers im Kalkſteine wären; dieſe Theorie wurde von Newton angenommen, von Hales weiter ausgeführt, und von Meyer mit ſo vielem Scharfſinne modificirt, daß ſie bei dem größten Theile der Chemiſten Eingang fand. Während aber Meyer in Deutſchland mit dieſen Verſuchen beſchäftigt war, machte Black in Edinburg im Jahre 1756 ſeine berühmten Verſuche bekannt, welche eine ſo wichtige Epoche in der Geſchichte der Chemie bilden.

Entdeckt durch Black. Er zeigte zuerſt, daß die Menge Waſſer, welche beim Brennen des Kalkſteins abgeſchieden wird, nicht dem ganzen Gewichtsverluſte gleich ſey, welchen er erleide. Er ſchloß hieraus, daß mehr als Waſſer verloren gehen müſſe. Anfänglich konnte er dieſe andre Subſtanz nicht auffinden, da er ſich aber erinnerte, daß Hales gezeigt hatte, daß ſich aus dem Kalkſteine während ſeiner Auflöſung in Säuren eine beträchtliche Menge Luft entwickele, ſo vermuthete er, daß dieſe es wohl ſeyn könne, welche während der Kalcination verloren gehe. Um ſich hievon zu überzeugen, kalcinirte er Kalkſtein in Verbindung mit dem pneumatiſchen Apparat. Er fand ſeine Vermuthung beſtätigt; und zugleich, daß das Gewicht des entwichenen Waſſers, mit dem der entwichenen Luft, genau dem Gewichte welches der Kalkſtein beim Brennen verloren hatte, gleich war.

Die Kalkerde hat demnach ihre neue Eigenſchaften durch den Verluſt der Luft erhalten, und Kalkſtein unterſcheidet ſich nur dadurch von der Kalkerde, daß erſterer mit einem Antheile Luft verbunden iſt. Dieſes beſtätigte auch die Syntheſis, denn wenn der Kalkerde dieſelbe Menge Luft wiedergegeben wurde, ſo wurde ſie wieder in den vorigen Zuſtand zurückgeführt. Da ſich dieſe Luft in dem Kalkſteine in einem feſten Zuſtande befindet, ſo wurde ſie fixe Luft genannt. Sie wurde in der Folge von Prieſtley und andern Naturforſchern unterſucht; die an derſelben beſondere Eigenſchaften entdeckten, und fanden, daß ſie dieſelbe Gasart ſey, welche jetzt kohlenſaures Gas genannt wird. Kalkerde iſt demnach eine einfache Subſtanz; Kalkſtein (milde Kalkerde) hingegen eine Zuſammenſetzung aus Kohlenſäure und Kalker-

de: die Hitze ſcheidet die Kohlenſäure ab, und die Kalkerde bleibt rein zurück.

5. Wird Kalkerde der freien Luft ausgeſetzt, ſo zieht ſie nach und nach Feuchtigkeit an, und zerfällt in Pulver; hierauf wird ſie bald mit Kohlenſäure geſättigt, und wiederum in kohlenſaure Kalkerde, oder ungebrannten Kalkſtein verwandelt.

Wirkung des Waſſers.

Bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre löſet ein Theil Waſſer ungefähr 0,002 Theile Kalkerde dem Gewichte nach auf. Dieſe Auflöſung wird Kalkwaſſer genannt. Das Kalkwaſſer iſt durchſichtig, hat einen ſcharfen Geſchmack, und färbt blaue Pflanzenſäfte grün. Man bereitet es gewöhnlich ſo, daß man gepulverte Kalkerde in deſtillirtes Waſſer ſchüttet, ſie damit einige Zeit ſtehen läßt, und hierauf die durchſichtige Auflöſung vom Bodenſatze abgießt. Wird Kalkwaſſer der Luft ausgeſetzt, ſo überzieht ſich die Oberfläche deſſelben mit einem erdigten Häutchen, das kohlenſaure Kalkerde iſt. Wird dieſes Häutchen zerbrochen, ſo fällt es zu Boden, und es tritt ein anderes an ſeine Stelle. Auf die Art wird bald alle Kalkerde, indem ſie ſich nach und nach mit Kohlenſäure verbindet, ausgeſchieden.

Nach Tromsdorf kann man die Kalkerde in Kryſtallenform erhalten. Das Verfahren wodurch nach ihm dieſes bewerkſtelligt wird, iſt nachſtehendes. Man vermiſcht vier Theile einer Auflöſung der in Kalkerde Salzſäure, mit einem Theile Kalkerde, und kocht die Feuchtigkeit ſo lange, bis ein Tropfen derſelben beim Erkalten die Konſiſtenz des Syrups annimmt; hierauf filtrirt man ſie durch ein Tuch in ein irdenes Gefäß, das mit einem Deckel bedeckt werden muß. Läßt

man dieſe Flüſſigkeit langſam erkalten, ſo ſchießen lange nadelförmige Kryſtalle an, die reine Kalkerde ſind. Dieſer Verſuch gelingt nur dann, wenn er mit einer großen Quantität angeſtellt wird; man muß wenigſtens einige Pfund ſalzſaure Kalkerde dazu anwenden.

6. Das Licht wirkt auf die Kalkerde nicht, ſie verbindet ſich auch nicht mit dem Sauerſtoff.

Wirkung der brennbaren Stoffe.

7. Die einzigen einfachen brennbaren Stoffe mit welchen dieſe Erde eine Verbindung eingehet, ſind der Schwefel und Phosphor.

Schwefelhaltige Kalkerde.

Die ſchwefelhaltige Kalkerde bereitet man dadurch, daß man Schwefel und Kalkerde, beide gepulvert, miſcht, und in einem Schmelztiegel glühet. Sie erleiden eine angehende Schmelzung, und werden in eine ſcharfe röthliche Maſſe verwandelt. Wird dieſe der Luft ausgeſetzt, oder mit Waſſer angefeuchtet, ſo nimmt ſie eine grüngelbe Farbe an, es wird ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas gebildet, und die ſchwefelhaltige Kalkerde wird in hydrogeniſirte ſchwefelhaltige Kalkerde verwandelt, die einen ſtinkenden Geruch nach ſchwefelhaltigem Waſſerſtoffgas ausſtößt.

Man erhält die hydrogeniſirte ſchwefelhaltige Kalkerde gleichfalls, wenn man eine Miſchung aus Kalkerde und Schwefel in zehn Theilen Waſſer dem Gewichte nach, kocht, oder wenn man Kalkerde mit Schwefel beſtreut, und dann anfeuchtet; die Hitze welche durch das Löſchen der Kalkerde hervorgebracht wird, reicht hin dieſe Verbindung zu bewirken. Wird die hydrogeniſirte ſchwefelhaltige Kalkerde der Luft ausgeſetzt, ſo abſorbirt ſie Sauerſtoff, der ſich zuerſt mit dem Waſſerſtoffe, dann mit dem Schwefel verbindet, und hierauf die Zuſam=

menſetzung in ſchwefelſaure Kalkerde verwandelt *). Wird die Auflöſung der hydrogeniſirten ſchwefelhaltigen Kalkerde in einem verſchloſſenen Gefäße aufbewahrt, ſo fällt der Schwefel nach und nach zu Boden, und es bleibt waſſerſtoffſchwefelhaltige Kalkerde in der Auflöſung.

Die hydrogeniſirte ſchwefelhaltige Kalkerde beſitzt die Eigenſchaft, bei der Mitwirkung der Wärme, Kohle aufzulöſen, und ſie aufgelöſt zu erhalten **). Sie wirkt ſehr kräftig auf die Metalle und metalliſchen Oxyden.

Phosphorhaltige Kalkerde.

Die phosphorhaltige Kalkerde wird durch nachſtehendes Verfahren erhalten. Man ſchüttet in eine gläſerne Röhre, welche an dem einen Ende verſchloſſen iſt, einen Theil Schwefel; dann, imdem die Röhre wagerecht gehalten wird, fünf Theile Kalkerde in kleinen Stücken, ſo daß ſie zwei Zoll über dem Phosphor liegen, und erhitzt ſie hierauf in horizontaler Lage über glühenden Kohlen, ſo daß der Theil, welcher die Kalkerde enthält, zum Glühen gebracht werden kann, während das verſchloſſene Ende der Röhre, wo der Phosphor befindlich iſt, kalt bleibt. So wie die Kalkerde glühet, erhebt man die Röhre, und bringt denjenigen Theil derſelben, welcher den Phosphor enthält, über die Kohlen. Der Phosphor wird verflüchtigt, dringt in Dämpfen durch die heiße Kalkerde hindurch, und verbindet ſich mit dieſer zu phosphorhaltiger Kalkerde. Während dieſer Verbindung wird die Maſſe rothglühend, es entwickelt ſich eine beträchtliche Menge phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas, welches ſich, ſo wie es mit der athmosphäriſchen

---

*) Berthollet.

**) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 174.

Luft in Berührung kommt, entzündet. Pearſon, dem wir die Kenntniß der phosphorhaltigen Erden verdanken, hat dieſen Verſuch angegeben *).

Die phosphorhaltige Kalkerde iſt von dunkelbrauner Farbe, und hat die Geſtalt der Röhre angenommen. Sie hat keinen Geruch, und zerfällt an der Luft. Im Waſſer iſt ſie unauflöslich; allein ſie beſitzt das Vermögen, das Waſſer zu zerlegen. Es wird phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas entwikkelt, welches ſich, ſo wie es mit der athmosphäriſchen Luft in Berührung kommt, entzündet. Ein Theil dieſes Gaſes verbindet ſich mit der phosphorhaltigen Kalkerde, und bildet eine Art waſſerſtoffphosphorhaltiger Kalkerde. Daher ereignet es ſich, daß wenn man phosphorhaltige Kalkerde, nachdem ſie einige Zeit im Waſſer gelegen, herausnimmt und trocknet, ſie ſich, wenn man Salzſäure auf ſie ſchüttet, ent-

---

*) Van Mons hat folgendes Verfahren, die phosphorhaltige Kalkerde zu bereiten, vorgeſchlagen; es ſcheint mir aber dem im Text angegebenen nachzuſtehen. Man füllt einen kleinen Glaskolben bis auf zwei Drittheil mit gepulverter kohlenſaurer Kalkerde, ſtellt ihn in ein Sandbad, und wendet einen Feuersgrad an, bei dem die Kohlenſäure entweichen muß. Gegen das Ende des Proceſſes trägt man nach und nach den dritten Theil (vom Gewichte der Kalkerde) Phosphor ein, man muß aber ja Sorge tragen, daß die Kalkerde im Glühen erhalten werde. Der Phosphor ſchmilzt, wird aber durch das ſich aus der Kalkerde fortwährend entwickelnde kohlenſaure Gas verhindert, ſich zu entzünden. Nachdem aller Phosphor eingetragen worden, wird der Kolben mit einem Stöpſel verſtopft. Letzterer muß mit einer Klappe verſehen ſeyn, die zwar der Luft von innen den Ausgang erlaubt, der äußern Luft hingegen den Zugang verſchließt. So wie der Kolben verſtopft worden, wird das Feuer hinweggenommen, und nach dem völligen Erkalten die phosphorhaltige Kalkerde in Gläſern mit eingeriebenem Stöpſel aufbewahrt. Jour. de Chim. III, 75.

zündet. Es iſt dieſe Entzündung eine Folge des ſich mit gro=ßer Lebhaftigkeit entwickelnden Waſſerſtoffgaſes *).

8. Die Kalkerde verbindet ſich nicht mit dem Stickſtoff, allein ſehr leicht mit der Salzſäure, und bildet ſalzſaure Kalkerde.

Wirkung der Metalle. 9. Die Kalkerde erleichtert die Oxydation verſchiedener Metalle; verbindet ſich mit mehreren metalliſchen Oxyden, und bildet mit ihnen Salze, die bis jetzt noch nicht, (mit Ausſchluß der Zuſammenſetzungen, die ſie mit den Oxyden des Queckſilbers und Bleies bildet, und welche Berthollet unterſucht hat) ihren Eigenſchaften nach bekannt ſind.

Wird rothes Queckſilberoxyde mit Kalkwaſſer gekocht, ſo wird es zum Theil aufgelöſt, und aus der Auflöſung ſchießen beim Erkalten kleine durchſichtige gelbe Kryſtalle an. Dieſe Zuſammenſetzung iſt von einigen queckſilberſaure Kalkerde (mercuriat of lime) genannt worden.

Das Kalkwaſſer löſet gleichfalls das rothe Bleioxyde, und (noch beſſer) die Bleiglötte auf. Wird dieſe Auflöſung in einer Retorte verdunſtet, ſo erhält man kleine durchſichtige Kryſtalle, welche mit den prismatiſchen Farben ſpielen, und nicht auflöslicher in Waſſer als Kalkerde ſind. Alle ſchwefelſaure alkaliſchen Salze, und das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas zerſetzen daſſelbe. Die Schwefelſäure und Salzſäure fällen das Blei. Dieſe Zuſammenſetzung färbt die Wolle, die Nägel, die Haare, das Eiweiß ſchwarz; äußert aber keine Wirkung auf die Farbe der Seide, die Haut, das Eigelb, das thieriſche Oel. Die Färbung der genannten Sub=

*) Berthollet Ann. de Chim. I, 61.

ſtanzen bewirkt das Blei, welches im Zuſtande eines Oxyde gefällt wird, denn alle Säuren löſen daſſelbe auf. Eine bloße Miſchung aus Kalkerde und Bleioxyde ſchwärzt dieſe Subſtanzen, ein Beweis daß dieſes Salz leicht gebildet wird *).

10. Die Kalkerde geht mit den Alkalien, und den ſchon beſchriebenen Erden keine Verbindung ein.

Bergmann giebt die Verwandſchaften der Kalkerde folgendermaßen an:

Kleeſäure.	Arſenikſäure.
Schwefelſäure.	Milchſäure.
Weinſteinſäure.	Zitronenſäure.
Bernſteinſäure.	Benzoeſäyre.
Phosphorſäuee.	Schweflichte Säure.
Milchzuckerſäure.	Eſſigſäure.
Salpeterſänre.	Boraxſäure.
Salzſäure.	Kohlenſäure.
Korkſäure.	Blauſäure.
Flußſäure.	

Mörtel. Eine der wichtigſten Anwendungen der Kalkerde, iſt die Bildung des Mörtels, deſſen man ſich als Bindemittel beim Bauen bedient. Er beſtehet aus Kalkerde und Sand die mit Waſſer zu einem Teige gemacht worden ſind. Durch das Trockenen wird er ſteinhart; und verbindet ſich feſt mit der Oberfläche der Steine für die er als Bindemittel gebraucht wird, ſo daß die ganze Mauer als ein einziger Stein betrachtet werden kann. Dieſe Wirkung wird aber nur dann vollſtändig erreicht, wenn der Mörtel gehörig bereitet worden iſt.

*) Berthollet Ann. de Chim. I, 52.

Die Kalkerde muß rein, gänzlich frei von Kohlenſäure, und in dem Zuſtande eines feinen Pulvers ſeyn; der Sand darf keine Thonerde enthalten, und zum Theil aus feinem Sande, zum Theil aus Kiesſand beſtehen. Nach Higgins ſind drei Theile feiner Sand, vier Theile gröberer Sand, und ein Theil friſch gelöſchte Kalkerde, und ſo wenig Waſſer als möglich, das beſte Verhältniß in welchem dieſe Beſtandtheile genommen werden müſſen.

Die ſteinartige Konſiſtenz welche der Mörtel annimmt, rührt zum Theil von der Abſorbtion der Kohlenſäure her, vorzüglich aber von der Verbindung des Waſſers mit der Kalkerde. Dieſer letzte Umſtand iſt die Urſache, daß wenn man zu dem Mörtel einen Theil gepulverten ungelöſchten Kalk zuſetzt, der Mörtel beim Trocknen ungleich feſter wird, als es ſonſt der Fall ſeyn würde. Dieſes ſchlug Loriot zuerſt vor *), und Morveau beſtätigte es durch eine zahlreiche Menge von Verſuchen **). Nach dieſem Naturforſcher iſt folgendes Verhältniß der Beſtandtheile das beſte.

Feiner Sand	0,3
Ziegelmehl von gut ausgebrannten Backſteinen	0,3
Gelöſchter Kalk	0,2
Ungelöſchter Kalk	0,2
	1,0.

Man erreicht dieſelben Vortheile wenn man zum Löſchen des Kalkes ſo wenig Waſſer als möglich anwendet. Dieſes hat la Faye zuerſt ausgemittelt ***).

*) Jour. de Phys. III, 231.
**) Ibid. VI, 311.
***) Ibid. IX, 437.

Higgins fand, daß ein Zuſaz von gebrannten Knochen darum den Mörtel verbeſſere, weil er ihn zähe mache; wodurch verhindert wird, daß er beim Trocknen nicht abſpringt; nur muß dieſer Zuſatz nicht mehr als ein Viertheil der angewandten Kalkerde betragen.

Setzt man dem Mörtel etwas Braunſtein zu, ſo erhält er die wichtige Eigenſchaft unter Waſſer zu erhärten. Eines ſo bereiteten Mörtels kann man ſich mit Vortheil zum Bau ſolcher Gebäude bedienen, die beſtändig der Wirkung des Waſſers ausgeſetzt ſind. Der Kalkſtein enthält häufig Magneſium, in dieſem Falle wird er durch das Brennen nicht weiß, ſondern braun. Dieſe natürlichen Kalkſteine dienen zur Verfertigung des Waſſermörtels. Man kann letzteren auf folgende Art, welche Morveau zuerſt beſchrieben hat, bereiten. Man vermiſche 4 Theile blauen Thon, 6 Theile ſchwarzes Magneſiumoxyde und 90 Theile Kalkſtein, ſämmtlich gepulvert: kalcinire dieſe Miſchung, um die Kohlenſäure auszutreiben, vermiſche ſie alsdann mit 60 Theilen Sand, und bilde ſie mit der erforderlichen Menge Waſſer zu Mörtel *).

Derjenige Mörtel, welcher dem Waſſer am beſten widerſtehet, wird dadurch erhalten, daß man mit dem Kalke Puzzolane, einen vulkaniſchen Sand, welcher aus Italien erhalten wird, vermiſcht. Morveau verſichert, daß man füglich ſtatt der Puzzolane Baſalt nehmen könne. Dieſer wird geglühet, noch glühend in Waſſer geworfen, und dann durch ein Sieb geſchlagen, um damit die Stücken deſſelben die erforderliche Größe erhalten **).

*) Ann. de Chim. XXXVII, 259. **) Ibid. 262.

Vierter Abſchnitt.

Von der Bittererde.

Geſchichte. Im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts bot ein römiſcher Kanonicus ein weißes Pulver in Rom zum Verkauf aus, das als ein Mittel gegen alle Krankheiten dienen ſollte. Dieſes Pulver nannte er Magnesia alba. Die Bereitungsart deſſelben hielt er äußerſt geheim; allein im Jahre 1707 benachrichtigte Valentini das Publikum, daß man es erhalte, wenn die nach der Bereitung des Salpeters übrig bleibende Lauge verdunſtet werde *), und zwei Jahre nachher machte Slevogt die Entdeckung, daß es aus der Mutterlauge **) des Salpeters durch Kali gefällt werden könne ***).

Dieſes Pulver wurde allgemein für Kalkerde gehalten, bis Friedrich Hoffman zeigte, daß es mit andern Körpern ganz verſchiedene Zuſammenſetzungen liefere †). Man kannte aber dennoch ſeine wahre Beſchaffenheit nur wenig,

*) De Magnesia alba.

**) Die Mutterlauge iſt diejenige Flüſſigkeit, welche zurückbleibt, nachdem aus derſelben alles Salz was möglicher Weiſe aus der Auflöſung erhalten werden konnte, abgeſchieden iſt. Kochſalz wird z. B. durch Verdunſten des Seewaſſers erhalten. Nachdem ſoviel Salz aus einer Menge Seewaſſer als aus derſelben kryſtalliſiren will, gewonnen worden, ſo bleibt noch immer ein Antheil Flüſſigkeit zurück. Dieſer iſt die Mutterlauge.

***) Diss. de Magnesia alba.

†) Obs. Phys. Chim. 1722. p. 115 et 195.

nig, ja die meiſten Chemiſten fuhren fort es mit Kalkerde zu verwechſeln, bis Black im Jahre 1755 ſeine berühmten Verſuche bekannt machte. Marggraf ſchrieb im Jahre 1759 *), und Bergmann im Jahre 1775 eine Abhandlung über dieſen Gegenſtand. Letzterer ſammelte alle Erfahrungen, welche in Blacks und Marggrafs Schriften enthalten waren, und bereicherte ſie durch eigne †††). Butini in Genf ſchrieb im Jahre 1779 gleichfalls eine ſehr ſchätzbare Abhandlung über dieſe Erde.

Bereitung. 1. Bis jetzt hat man die Bittererde noch nicht rein in der Natur angetroffen, man muß ſie daher künſtlich darſtellen. Gewöhnlich bedient man ſich hierzu einer Verbindung aus Schwefelſäure und Bittererde, die im Seewaſſer, in mehreren Quellen, vorzüglich in denen in der Gegend von Ebsham, (daher dieſes Salz ſonſt Ebshamer-Salz genannt wurde) enthalten iſt. Dieſes Salz wird in Waſſer aufgelöſt, und der Auflöſung halb ſo viel Kali, dem Gewichte nach, als Salz aufgelöſt worden, zugeſetzt. Die Bittererde fällt augenblicklich zu Boden, weil das Kali eine nähere Verwandſchaft zur Schwefelſäure, als die Bittererde hat. Sie wird hierauf mit der erforderlichen Menge Waſſer ausgewaſchen und getrocknet.

Eigenſchaften. 2. Die durch das angegebene Verfahren erhaltene Bittererde iſt ein zartes weißes Pulver, welches wenig Geſchmack und gar keinen Geruch hat. Ihr ſpecifiſches Gewicht beträgt ungefähr 2,3 **). Zarte blaue Pflan-

---

*) Eergmanni Opusc.

**) Kirwan.

zenfarben (z. B. das mit einem Aufguß der Malvenblätter gefärbte Papier) wird von derſelben grün gefärbt.

Die ſtärkſte Hitze welche bis jetzt hat hervorgebracht werden können, war nicht vermögend die Bittererde zu ſchmelzen. Darcet bemerkte, daß bei einer ſehr hohen Temperatur ſie etwas zuſammenſinterte. Bildet man aus ihr mit Waſſer einen Kuchen, den man heftig glühet, ſo wird das Waſſer verflüchtigt, die Bittererde zieht ſich in einen kleinern Raum zuſammen, und erhält nach Tingry's Bemerkung die Eigenſchaft zu leuchten, wenn ſie im Finſtern auf eine heiße eiſerne Platte geſtrichen wird.

Wirkung des Waſſers.

3. Die Bittererde iſt beinahe im Waſſer völlig unauflöslich; denn nach Kirwan ſind 7900 Theile Waſſer, deſſen Temperatur 60° iſt, erforderlich, um einen Theil Bittererde dem Gewichte nach aufzulöſen. Sie kann ſich aber wie die drei im Vorhergehenden beſchriebenen Erden mit Waſſer zu einer feſten Maſſe verbinden; denn 100 Theile Bittererde, die in Waſſer geworfen und dann getrocknet werden, wiegen nachher 118 *). Auch wenn dieſe Erde mit Kohlenſäure (gegen die ſie eine ſehr große Verwandſchaft hat) verbunden iſt, kann ſie ſich mit anderthalbmal ſo viel Waſſer, als ihr eigenes Gewicht beträgt, vereinigen, und es zurückbehalten; ſo wie man ſie aber der Luft ausſetzt, verdunſtet das Waſſer, obgleich langſamer als bei der Kalkerde.

Bis jetzt hat man die Bittererde noch nicht in kryſtalliniſcher Geſtalt erhalten können.

Setzt man ſie der Luft aus, ſo zieht ſie, wiewohl äußerſt langſam, aus derſelben Kohlenſäure und Waſſer an.

*) Bergm. Opusc. I, 371.

Butini ließ Bittererde zwei Jahre lang in einer porcellanenen Schale nur mit Papier überdeckt ſtehen, und fand ihr Gewicht nur um $\frac{1}{144}$ vermehrt.

Sauerſtoff. 4. Die Bittererde verbindet ſich nicht mit dem Sauerſtoff, auch wird ſie durch keine der Zuſammenſetzungen, von denen er einen Beſtandtheil ausmacht, verändert.

Der einfachen brennbaren Stoffe. 5. Der einzige einfache brennbare Stoff, mit welchem ſich die Bittererde verbindet, iſt der Schwefel. Bis jetzt iſt es noch keinem Chemiker geglückt, phosphorhaltige Bittererde darzuſtellen. Hierin unterſcheidet ſie ſich von den bisher beſchriebenen Erden.

Die ſchwefelhaltige Bittererde wird erhalten, wenn man eine Miſchung aus zwei Theilen Bittererde und einem Theile Schwefel in einem Schmelztiegel einer gelinden Hitze ausſetzt. Das Reſultat iſt ein gelbes Pulver, das ſchwach zuſammengebacken iſt, und aus dem ſich, wenn es in Waſſer geworfen wird, ſehr wenig ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas entwickelt. Eine mäßige Hitze reicht hin, den Schwefel hinwegzutreiben *).

Der unverbrennlichen Stoffe. 6. Die Bittererde verbindet ſich mit dem Stickſtoffe nicht, wohl aber mit der Salzſäure, und bildet damit ſalzſaure Bittererde.

Der Metalle. 7. Auf die Metalle wirkt die Bittererde nicht; auch mit den metalliſchen Oxyden geht dieſelbe, ſo weit es bisher bekannt iſt, keine Verbindung ein, es ſey denn, daß eine vermittelnde Subſtanz zugleich gegenwärtig ſey.

Der Alkalien. 8. Mit den feuerbeſtändigen Alkalien verbindet ſich die Bitterde nicht, auch erhält ſie durch dieſelben keine

*) Fourcroy Syst. des Conn. Chim. II, 165.

andere Eigenſchaften; allein ſie beſitzt eine große Neigung, mit dem Ammonium dreifache Salze darzuſtellen.

und Erden. 9. Auch mit keiner der drei im Vorhergehenden beſchriebenen Erden geht die Bittererde eine Verbindung ein.

Zwiſchen der Barytererde und Bitterde ſcheint nur eine geringe Verwandſchaft ſtatt zu finden; wenigſtens iſt die Miſchung aus dieſen beiden Erden bei jedem Feuersgrade, der bisher vorgebracht werden konnte, unſchmelzbar *). Morveau behauptete zwar, daß ſalzſaure Baryterde und ſalzſaure Bittererde, wenn man ſie vermiſcht, einen Niederſchlag hervorbringen **); allein Darracq und Chenevix haben gezeigt, daß dieſes davon herrührte, daß die Salze nicht rein waren, und daß, wenn man von ihnen jede fremdartige Beimiſchung entfernt, kein Niederſchlag erfolge.

Auch zwiſchen der Strontianerde und Bittererde findet, wie Kirwan gezeigt hat, keine Verwandſchaft ſtatt. Sie ſchmelzen nicht, wenn man ſie auch dem ſtärkſten Feuersgrade ausſetzt, wenigſtens in dem Falle nicht, wenn die Menge der Strontianerde die der Bittererde übertrifft, oder ihr gleich iſt ***).

Gleiche Theile Kalkerde und Bittererde, die mit einander vermiſcht, einem heftigen Feuer ausgeſetzt wurden, ſchmolzen nach Lavoiſier nicht; auch Kirwan, der ſie einer Temperatur von 150° nach Wedgwoods Pyrometer ausſetzte, konnte ſie nicht zum Schmelzen bringen. Folgende

*) Lavoisier Mem. Par. 1782.
**) Morveau Ann. de Chim. XXXI, 253.
***) Irish Trans. V, 246—247.

Tabelle, welche Kirwan nach ſeinen Verſuchen entworfen hat, zeigt die Wirkung der Hitze aus Miſchungen dieſer Erden, die nach verſchiedenen Verhältniſſen gemacht worden.

Verhältniſſe.	Temperatur.	Wirkung.
80 Kalkerde. 20 Bittererde.	150° Wedgwood.	Ging durch den Schmelztiegel hindurch.
75 Kalkerde. 25 Bittererde.	160° Wedgwood.	Ging durch den Schmelztiegel hindurch.
66 Kalkerde. 33 Bittererde.		Ging durch den Schmelztiegel hindurch.
20 Kalkerde. 80 Bittererde.	165° Wedgwood.	Schmolz nicht.
33 Kalkerde. 66 Bittererde.	138° Wedgwood.	Schmolz nicht.
30 Kalkerde. 10 Bittererde.	156° Wedgwood.	Schmolz zu einem feinen grüngelben Glaſe; allein der Schmelztiegel war durch und durch zerfreſſen.

Verwandſchaften. Die Verwandſchaften der Bittererde ſind nach Bergmann folgende:

Kleeſäure.
Phosphorſäure.
Schwefelſäure.
Flußſäure.
Arſenikſäure.
Milchzuckerſäure.
Bernſteinſäure.
Salpeterſäure.
Salzſäure.
Weinſteinſäure.
Zitronenſäure.
Milchſäure.
Benzoeſäure.
Eſſigſäure.
Boraxſäure.
Schweflichte Säure.
Kohlenſäure.
Blauſäure.

Man bedient ſich der Bittererde nur allein in der Arzneikunde. Man giebt ſie innerlich, um die Säure aus dem Magen hinwegzuſchaffen.

Fünfter Abſchnitt.

Von der Alaunerde.

Geſchichte. Der Alaun iſt ein Salz welches die Alten ſehr gut kannten, und deſſen ſie ſich beim Färben bedienten; allein ſie kannten die Beſtandtheile deſſelben nicht. Die Alchemiſten machten die Entdeckung, daß es aus Schwefelſäure und einer Erde zuſammengeſetzt ſey, allein die Natur der letztern blieb lange unbekannt. Stahl und Neumann vermutheten, ſie ſey Kalkerde, allein im Jahre 1727 zeigte Geoffroy der jüngere, daß dieſes ein Irrthum ſey, und daß die im Alaun enthaltene Erde, einen Beſtandtheil des Thons ausmache *). Im Jahre 1754 bewies Marggraf, daß die Baſis des Alauns eine eigenthümliche Erde ſey, welche ſich von jeder andern bekannten unterſcheide; einen weſentlichen Beſtandtheil der Thonarten ausmache, und dieſen ihre eigenthümliche Beſchaffenheiten ertheile **). Aus dieſem Grunde wurde dieſe Erde Thonerde genannt; allein Morveau gab ihr in der Folge den Namen Alaunerde, weil ſie aus dem Alaun im Zuſtande der größten Reinheit abgeſchieden werden kann. Macquer unterſuchte in den Jahren 1758 und 1762 ***), Bergmann 1767 und 1771 †), und

*) Mem. Par. 1727.

**) Mem. de Berlin 1754 et 1759. Desgl. Marggrafs Schr. B. II. S. 1.

***) Mem. Par.

†) Bergm. Opusc. I, 287. et V, 271.

Scheele im Jahre 1776 ††), die Eigenſchaften dieſer Erde genauer; andrer nicht zu erwähnen, welche zur richtigern Kenntniß ihrer Eigenſchaften beigetragen haben; doch verdient die im Jahre 1801 von Sauſſüre dem jüngeren bekannt gemachte Abhandlung über dieſen Gegenſtand eine beſondere Auszeichnung †††).

Bereitung. 1. Um die Alaunerde rein darzuſtellen, kann man ſich folgendes Verfahrens bedienen. Man löſet Alaun in Waſſer auf, und ſetzt zu der Auflöſung ſo lange Ammonium zu, als ein Niederſchlag erfolgt. Die überſtehende Flüſſigkeit wird abgegoſſen, der Niederſchlag mit vielem Waſſer ausgewaſchen, und dann getrocknet. Die auf dieſem Wege erhaltene Subſtanz iſt die Alaunerde, zwar nicht ganz rein, denn ſie enthält noch einen geringen Antheil von der Schwefelſäure, mit welcher ſie im Alaun verbunden war. Man kann ſie dadurch reiner darſtellen, daß man die friſch gefällte Erde in Salzſäure auflöſt, die Auflöſung ſo weit verdunſtet, daß ein Tropfen derſelben beim Erkalten kleine Kryſtalle abſetzt, ſie hierauf zum Kryſtalliſiren hinſtellt; die Flüſſigkeit alsdann zum zweiten Mal verdunſtet, und die Kryſtalle abſondert, welche ſich aufs Neue erzeugen. Durch dieſes Verfahren wird der meiſte Alaun, welcher der Erde beigemiſcht war, abgeſchieden. Wird der Flüſſigkeit jetzt ſo lange Ammonium zugeſetzt, als ſich noch ein Niederſchlag zeigt, und letzterer gehörig ausgewaſchen und getrocknet, ſo wird derſelbe faſt ganz reine Alaunerde ſeyn *).

---

††) Scheele.

†††) Jour. de Phys. LII, 280.

*) Accum's Chemistry II, 198.

Die auf dem beſchriebenen Wege erhaltene Alaunerde, hat nach Verſchiedenheit der Art wie die Fällung geleitet wurde, ein ganz verſchiedenes Anſehen. Wird der Alaun in ſo wenig Waſſer als möglich aufgelöſt, ſo erſcheint die Alaunerde als eine weiße, leichte, zerreibliche, ſehr ſchwammige Erde, die ſich ſtark an die Zunge hängt. In dieſem Zuſtande nennt Sanſſüre ſie ſchwammige Alaunerde.

Wird hingegen der Alaun in einer großen Menge Waſſer aufgelöſt, ſo erhält man die Alaunerde als eine ſpröde, durchſichtige gelbgefärbte Maſſe, die, wenn man ſie in der Hand hält, wie der Schwefel in Stücken ſpringt. Sie hat einen ſanften muſchlichten Bruch, hängt ſich nicht an die Zunge, und ähnelt nicht den erdigten Körpern. In dieſem Zuſtande nennt Saußüre die Alaunerde, gallertartige Alaunerde *).

Eigenſchaften, 2. Die Alaunerde hat keinen merklichen Geſchmack, und keinen Geruch; enthält ſie aber Eiſenoxyde, welches oft der Fall iſt, ſo ſtößt ſie, wenn ſie angehaucht wird, einen eigenthümlichen Geruch aus, welcher der erdige Geruch genannt wird **). Dieſer Geruch iſt vorzüglich bei den gewöhnlichen Thonarten bemerkbar. Das ſpecifiſche Gewicht der Alaunerde iſt 2,00 ***).

Wird durch Hitze zuſammengezogen. 3. Wird die Alaunerde erhitzt, ſo verliert ſie nach und nach, weil ein Theil des ihr gewöhnlich anhängenden Waſſers verdunſtet, am Gewichte, zu gleicher Zeit nimmt ſie beträchtlich am Volumen ab. Die

*) Jour. de Phys. LII, 200.
**) Saussure Jour. de Phys. LII, 287.
***) Kirwan.

ſchwammige Alaunerde läßt ihre Feuchtigkeit leicht fahren, allein die gallertartige hält ſie feſt an ſich. Die ſchwammige Alaunerde verliert, wenn ſie geglühet wird, 0,58 Theile dem Gewichte nach; die gallertartige nur 0,43. Wird die ſchwammige Alaunerde einer Hitze von 730° nach Wedgwoods Pyrometer ausgeſetzt, ſo verliert ſie nicht mehr als 0,58; die gallertartige unter denſelben Umſtänden nur 0,4826. Sauſſüre hat aber gezeigt, daß wenn beide bei einer Temperatur von 60° getrocknet werden, ihr Waſſergehalt gleich ſey.

Die Alaunerde erleidet durch die Hitze der man ſie ausſetzt, eine Verminderung des Volumens, die mit der Intenſität derſelben im Verhältniß ſtehet. Dieſes Zuſammenziehen ſcheint bei niedrigen Temperaturen, von dem Verluſt an Feuchtigkeit herzurühren; hingegen bei höhern ſcheint es Folge der innigen Verbindung der Theilchen der Alaunerde zu ſeyn; denn nachdem die Alaunerde einer Temperatur von 130° nach Wedgwoods Pyrometer ausgeſetzt worden, ſo verliert ſie in einer noch ſo hohen Temperatur nicht merklich von ihrem Gewichte.

Wedgwoods Pyrometer.

Wedgwood benutzte dieſe Eigenſchaft der Alaunerde zur Anfertigung eines Werkzeuges um hohe Grade der Hitze zu meſſen. Es beſtehet aus Thoncylinder von beſtimmter Größe, und einem Apparate ihr Volumen auf das Genaueſte zu meſſen. Ein ſolcher Thoncylinder wird in das Feuer gelegt, und nach der Größe der Zuſammenziehung welche er erleidet, die Intenſität der Temperatur beſtimmt *). Das Zuſammenziehen der Thoncylinder wird

*) Eine genaue Beſchreibung dieſes Werkzeuges findet man Phil. Trans. LXII, und LXIV.

vermittelſt zweier meſſingenen Lineale die auf einer Platte befeſtigt ſind, gemeſſen. Die Entfernung derſelben beträgt an dem einen Ende 0,5 Zoll, an dem andern 0,3 Zoll; die Lineale ſelbſt, ſind genau 24 Zoll lang, und in 240 gleiche Theile, die Grade genannt werden, eingetheilt. Man fängt die Grade von dem Ende zu zählen an, wo die Lineale am weiteſten von einander abſtehen. Der erſte drückt die Rothglühhitze, oder 947° Fahr. aus. Die Thoncylinder ſind vorher der Rothglühhitze ausgeſetzt worden, und füllen genau den Zwiſchenraum der mit 1° bezeichnet iſt. Sie beſtehen nicht aus reiner Thonerde, ſondern aus einem feinen weißen Thon.

Es iſt ein übler Umſtand bei dieſem Werkzeuge, daß das Zuſammenziehen dieſer Cylinder nicht immer mit dem Grade der Hitze dem ſie ausgeſetzt worden, im Verhältniſſe ſtehe: auch korreſpondiren die verſchiedenen Pyrometer nicht genau mit einander. Deſſenungeachtet iſt dieſes Werkzeug ſchätzbar, und hat ſehr viel zur Erweiterung unſrer Kenntniß beigetragen *).

---

*) Die Unſicherheit der Angaben von Wedgwood's Pyrometer haben neuerlich ſowohl Miché (Jour. des Mines Germ. XI. N. 79. Vol. XIV. pag. 42—49., als Fourmy (Ibid. Fructidor XI. N. 84. Vol. XIV. pag. 423 - 437., beide überſetzt im Neuen allgem. Jour. der Chemie. B. II. H. VI. S. 637, 653) durch ſehr gegründete Bemerkungen gezeigt. Ihre Verſuche überzeugten ſie, daß die verſchiedenen Thoncylinder keine korreſpondirenden Reſultate gaben; daß verſchiedene Thoncylinder, welche derſelben Hitze ausgeſetzt wurden, ganz verſchiedene Grade anzeigten; und daß überhaupt die Angaben dieſes Inſtrumentes keinesweges allein und unveränderlich von der Intenſität der Wärme abhängen, und mit den verſchiedenen Graden dieſer Intenſität im Verhältniß ſtehen, ſondern daß dieſe, von der Dauer der Hitze; von der größern oder geringeren Genauigkeit, mit welcher

Wird die Alaunerde einer heftigen Hiße, welche dadurch hervorgebracht wird, daß man einen Strom Sauerſtoffgas auf glühende Kohlen ſtreichen läßt, ausgeſetzt, ſo erfährt ſie einen Anfang des Schmelzens, und wird in ein weißes, halbdurchſichtiges, ausnehmend hartes Email verwandelt *). Nach der Berechnung von Sauſſüre ſoll die Temperatur, bei welcher dieſes erfolgt, gleich 1575° nach Wedgwood ſeyn **).

4. Die Alaunerde iſt in Waſſer beinahe völlig unauflös= lich, ſie läßt ſich aber in demſelben leicht vertheilen. Ihre Verwandſchaft zum Waſſer iſt übrigens ſehr groß. Im ge= wöhnlichen Zuſtande enthält ſie mehr als gleiche Theile, und läßt ſich davon, wie gezeigt worden, nur mit Mühe trennen. Eben dieſe Verbindung der Alaunerde mit Waſſer abſorbirt noch drittehalbmal ſo viel Waſſer, als ihr Gewicht beträgt, ohne daß etwas von demſelben herausdringt. Die Alaunerde hält überhaupt das Waſſer feſter an, als eine der bisher be= ſchriebenen Erden. Beim Gefrierpunkte des Waſſers zieht ſie ſich mehr zuſammen, und läßt mehr Waſſer fahren, als irgend eine andere Erde; ein Umſtand, der für den Ackerbau nicht unwichtig iſt ***).

Die blauen Pflanzenfarben werden durch die Alaunerde nicht verändert. Man kann ſie künſtlich nicht zum Kryſtalli= ſiren bringen; in der Natur findet man ſie in ſchönen durch=

---

die Pyrometerſtücken verfertigt worden, und von dem Verhältniſſe der Beſtandtheile im Thongemiſche, aus dem die Pyrometerſtücke geformt ſind u. ſ. w. modificirt werden. Anm. d. Ueb.

*) Morveau Jour. de l'Ecole Polytechnique III, 299.

**) Jour. de Phys. 1794.

***) Kirwan.

ſichtigen Kryſtallen, die ausnehmend hart ſind, und ein ſpecifiſches Gewicht gleich 4 haben. In dieſem Zuſtande heißt ſie Saphir †).

Wirkung des Sauerſtoffes.

5. So weit unſre jetzigen Erfahrungen reichen, wirkt weder das Licht, noch der Sauerſtoff auf dieſe Erde.

Der verbrennlichen Körper.

6. Keiner der einfachen brennbaren Stoffe verbindet ſich mit derſelben. Die Kohle geht mit ihr eine Vereinigung ein, und bildet eine Zuſammenſetzung von ſchwarzer Farbe *), die häufig in der Natur vorkommt.

Der unverbrennlichen Stoffe.

7. Der Stickſtoff wirkt auf die Alaunerde nicht, die Salzſäure löſt ſie auf, und bildet mit ihr eine unkryſtalliſirbare Zuſammenſetzung, welche ſalzſaure Alaunerde genannt wird.

Der Metalle.

8. Mit den Metallen geht die Alaunerde keine Vereinigung ein, ſie beſitzt aber eine große Verwandſchaft zu den Metalloxyden, vorzüglich zu denen, welche mit einem Maximum von Sauerſtoff verbunden ſind. Einige dieſer Zuſammenſetzungen werden in der Natur angetroffen. So kommt z. B. die Verbindung der Alaunerde und des rothen Eiſenoxyds als ein gelbes Pulver vor, das als Mahlerfarbe gebraucht, und Ocker genannt wird.

Der Alkalien.

9. Zwiſchen der Alaunerde und den feuerbeſtändigen Alkalien findet eine große Verwandſchaft ſtatt. Erhitzt man ſie zuſammen, ſo verbinden ſie ſich, und bilden eine

---

†) Nach den neueſten Verſuchen von Chenevix iſt der Saphir keine neue Thonerde, ſondern enthält 5,25 Procent Kieſelerde. Anm. d. Ueberſ.

*) Nicholson's Journal II, 101.

lockere undurchſichtige Maſſe. Die tropfbar flüſſigen Alkalien lösen die Alaunerde mit Hülfe der Wärme auf, und behalten ſie aufgelöſt. Gießt man eine Säure in die Auflöſung, ſo fällt die Alaunerde unverändert zu Boden. Dieſer Methode bedienen ſich die Chemiſten, um ſich völlig reine Alaunerde zu verſchaffen; denn die Alaunerde enthält, wenn ſie nicht durch Alkali aufgelöſt worden, ſtets etwas Eiſenoxyde und Säure, welche die Eigenſchaften derſelben verhüllen. Das tropfbar flüſſige Ammonium kann gleichfalls eine geringe Menge friſch gefällter Alaunerde auflöſen.

Baryterde und Strontianerde. 10. Die Baryterde und Strontianerde verbinden ſich ſowohl dann, wenn ſie zuſammen in einem Schmelztiegel erhitzt werden, als wenn ſie zuſammen gekocht werden, mit einander. Das Reſultat iſt im erſten Falle eine grünlich oder blaugefärbte Maſſe, die nur unvollkommen zuſammenhängt; im zweiten Falle erhält man zwei Zuſammenſetzungen; die eine hat einen Ueberſchuß von Alaunerde, und bleibt als ein unauflösliches Pulver zurück; die andere enthält einen Ueberſchuß von Baryterde oder Strontianerde, und wird vom Waſſer aufgelöſt *).

Kalkerde. Die Alaunerde äußert gegen die Kalkerde eine ſtarke Verwandſchaft, und verbindet ſich leicht durch Schmelzen mit ihr. Die Wirkung der Hitze auf verſchiedene Miſchungen aus Kalkerde und Alaunerde legt nachſtehende Tabelle dar **).

*) Vauquelin Ann. de Chim. XXIX, 270.
**) Kirwan.

Verhältniſſe.	Temperaturen.	Wirkung.
75 Kalkerde 25 Alaunerde.	150° Wedg.	Nicht geſchmolzen.
66 Kalkerde 33 Alaunerde	150° Wedg.	Blieb ein Pulver.
33 Kalkerde 66 Alaunerde	***).	Geſchmolzen.
25 Kalkerde 75 Alaunerde	***).	Geſchmolzen.
20 Kalkerde 80 Alaunerde	***).	Geſchmolzen.

Bittererde und Alaunerde ſind ohne alle Wirkung auf einander, wenn ſie einer Temperatur von 150° nach Wedgwood's Pyrometer ausgeſetzt werden *).

Aus den Verſuchen von Achard erſieht man, daß keine Miſchung aus Kalkerde, Bittererde und Alaunerde in welcher die Kalkerde vorwaltet, verglasbar iſt, es ſey dann, daß man ungefähr drei Theile Kalkerde, zwei Bittererde uud einen Theil Alaunerde nehme; daß keine Miſchung in welcher die Bittererde vorwaltet, bei einer Temperatur unter 166° ſchmelze; daß die Miſchungen in welchen die Alaunerde den vorzüglichſten Beſtandtheil ausmacht, im allgemeinen ſchmelzbar ſind. Dieſes macht nachſtehende Tabelle anſchaulich.

***) Dieſe drei Verſuche wurden von Ehrmann angeſtellt. Die Hitze wurde dadurch hervorgebracht, daß ein Strom Sauerſtoffgas auf Kohlen geleitet wurde. Dieſes iſt die intenſivſte Hitze, die man bis jetzt hat hervorbringen können.

3 Alaunerde. 2 Kalkerde. 1 Bittererde.	Eine porcellanartige Maſſe.
3 Alaunerde. 1 Kalkerde. 2 Bittererde.	Eine porcellanartige Maſſe.
3 Alaunerde. 1 Kalkerde. 3 Bittererde.	Ein poröſes Porcellan.
3 Alaunerde. 2 Kalkerde. 3 Bittererde.	Ein poröſes Porcellan.
3 Alaunerde. 2 Kalkerde. 2 Bittererde.	Porcellan.

Verwandſchaften. Die Verwandſchaften der Alaunerde ſind folgende.

Schwefelſäure.	Zitronenſäure.
Salpeterſäure.	Phosphorſäure.
Salzſäure.	Milchſäure.
Kleeſäure.	Benzoeſäure.
Arſenikſäure.	Eſſigſäure.
Flußſäure.	Boraxſäure.
Weinſteinſäure.	Schweflichte Säure.
Bernſteinſäure.	Kohlenſäure.
Milchzuckerſäure.	Blauſäure.

Keine Erde iſt für die Menſchen ſo wichtig, als die Alaunerde. Sie macht die Baſis des Porcellans, Fayence, überhaupt alles irdenen Geſchirres aus. Man verfertigt aus ihr

Schmelztiegel und Gefäße für ſolche Arbeiten wozu ein ſtarker Feuersgrad erforderlich iſt. Die Färber, Kattundrucker können ihrer nicht entbehren; die Walker, Fleckausmacher u. ſ. w. bedürfen ihrer zu ihren Verrichtungen u. ſ. w.

Sechſter Abſchnitt.

Von der Yttererde.

Geſchichte. Im Jahre 1787 fand der Hauptmann Arhenins in den Steinbrüchen von Ytterby in Schweden ein bisher den Mineralogen unbekanntes Foßil. Es hat eine grünlich ſchwarze Farbe, und einen glaſigen Bruch. Es wird vom Magnet gezogen, und iſt ſo hart, daß es keine Eindrücke vom Meſſer annimmt. Es iſt undurchſichtig, außer in kleinen Stücken, die einige gelbe Strahlen hindurchlaſſen. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt, 4,237 *). Geyer in Crells Annalen vom Jahre 1788, und Rinmann in ſeinem Bergwerks-Lexikon, gaben davon eine Beſchreibung.

Gadolin analyſirte dieſes Foßil im Jahre 1794, und entdeckte in demſelben eine neue Erde. Ungeachtet aber dieſe Analyſe in den Abhandlungen der ſchwediſchen Akademie vom Jahre 1794, und in Crells Annalen vom Jahre 1796 bekannt gemacht wurde, ſo verſtrich doch einige Zeit, ehe die Chemiſten ihre Aufmerkſamkeit darauf wendeten. Ekeberg beſtätigte im Jahre 1797 die von Gadolin erhaltenen Reſultate

*) Gadolin Crells Annalen 1796. B. I, 313. Vauquelin Ann. de Chim. XXXVI, 146. Klaproth's Beiträge B. III, 38.

rate, und nannte dieſe neue Erde Yttererde**). Dieſe Unterſuchungen wurden im Jahre 1800 von Vauquelin †), und zu derſelben Zeit von Klaproth wiederholt, und mehrere karakteriſtiſche Eigenſchaften an derſelben aufgefunden ††). Auch Ekeberg hat in den Abhandlungen der ſchwediſchen Akademie vom Jahre 1802 †††) neuere Verſuche über dieſe Erde bekannt gemacht, ſo daß die eigenthümliche Natur dieſer Erde, bei ſo mannigfaltigen Unterſuchungen, völlig außer Zweifel geſetzt iſt.

Darſtellung derſelben. 1. Bis jetzt iſt die Yttererde nur in zwei Körpern angetroffen worden. In dem ſchwarzen, von Gadolin zuerſt unterſuchten Foſſil, dem daher einige auch den Namen Gadolinit gegeben haben. In dieſem iſt ſie mit ſchwarzem Eiſenoxyde und Kieſelerde verbunden; dann in einem andern von Ekeberg unterſuchten Foſſil das Yttrotantalit genannt worden, und eine Zuſammenſetzung aus Yttererde und Tantalium iſt.

Aus dem erſten, welches am häufigſten vorkommt, wird die Yttererde folgendermaßen ausgeſchieden. Man zerreibt das Foſſil zu Pulver, und behandelt es mit einer Miſchung aus Salpeterſäure und Salzſäure bis es gänzlich zerſetzt iſt. Hierauf wird die filtrirte Auflöſung beinahe bis zur Trockene verdunſtet, und alsdann mit Waſſer verdünnt. Durch dieſes Verfahren wird die Kieſelerde abge-

**) Crells Annalen 1799. B. II, 63.

†) Ann. de Chim. XXXVI, 143.

††) Ann. de Chim. XXXVII. Klaproths Beiträge B. III, 52.

†††) Jour. de Chim. III, 78.

ſchieden; die beim Filtriren der Flüſſigkeit vom Filtrum zurückbehalten wird. Diejenige Flüſſigkeit welche durch das Filtrum hindurchgehet, wird zur Trockene verdunſtet, und der Rückſtand in einem verſchloſſenen Gefäße, lange Zeit geglühet, denn in Waſſer aufgelöſt, und filtrirt. Was durch das Filtrum hindurchgeht iſt farbenlos; wird es mit Ammonium behandelt, ſo fällt reine Yttererde zu Boden.

Eigenſchaften. 2. Die durch das beſchriebene Verfahren erhaltene Yttererde, erſcheint als ein weißes Pulver, welches weder Geruch noch Geſchmack hat. Sie ſchmilzt bei der Einwirkung der Hitze nicht. Auf blaue Pflanzenfarben äußert ſie keine Wirkung. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt größer als das der andern Erden, indem es nach Ekeberg nicht weniger als 4,842 beträgt.

Sie iſt in Waſſer unauflöslich; kann aber wie die Alaunerde einen beträchtlichen Antheil Waſſer zurück behalten. Klaproth fand, daß 100 Theile Yttererde, die durch Ammonium aus Salzſäure gefällt, und bei einer niedrigen Temperatur getrocknet worden, wenn er ſie im Schmelztiegel glühete, 31 Theile oder beinahe ein Drittheil ihres Gewichtes verloren. Dieſer Verluſt rührt ganz von dem entwichenen Waſſer her.

In reinen Alkalien iſt die Yttererde unauflöslich, vom kohlenſauren Ammonium und den übrigen kohlenſauren Alkalien wird ſie hingegen mit Leichtigkeit aufgelöſt. Mit den Säuren verbindet ſie ſich, und bildet Salze, welche einen ſüßen, und doch dabei etwas herben Geſchmack haben. Einige dieſer Salze haben eine rothe Farbe. Die Yttererde iſt bisher die einzige Erde, welche mit den Säuren gefärbte Salze bildet.

3. Die Yttererde wird vom Lichte nicht verändert, es iſt auch nicht wahrſcheinlich, daß ſie ſich mit dem Sauerſtoff verbinde. Nach Klaproths Verſuchen vereinigt ſie ſich nicht leicht mit dem Schwefel; auch mit den andern brennbaren Stoffen ſcheint ſie keine Vereinigung einzugehen.

Man kann es gleichfalls für ausgemacht annehmen, daß der Stickſtoff ſich nicht mit ihr verbinde, allein mit der Salzſäure vereinigt ſie ſich, und bildet mit ihr ein nicht kryſtalliſirbares Salz. Ihre Wirkung auf die Metalle und die Metalloxyden iſt noch nicht unterſucht.

Siebenter Abſchnitt.

Von der Glücinerde.

Geſchichte. Der Beryll iſt ein durchſichtiger Stein von grünlicher Farbe, und ziemlicher Härte, der in Sibirien und in mehreren andern Gegenden gefunden wird. Vauquelin analyſirte dieſes Foßil im Jahre 1798 auf Hauy's Anſuchen, weil ſich letzterer zu überzeugen wünſchte, ob die chemiſche Analyſe ſeine mineralogiſchen Vermuthungen, daß es mit dem Smaragd dieſelben Beſtandtheile habe, bewähren würde. Der Erfolg beſtätigte dieſe Vermuthungen vollkommen, und führte zur Entdeckung einer neuen Erde, welcher Vauquelin den Namen Glücinerde gab *). Die Verſuche von Vauquelin wurden von Klaproth **) und andern Chemiſten wiederhohlt; welche dieſelben Reſultate erhielten.

*) Ann. de Chim. XXVI, 155.
**) Klaproths Beiträge III, 315.

Bereitung. 1. Um die Glücinerde rein darzuſtellen, wird der Beryll oder Smaragd fein gerieben, und mit drei Theilen Kali dem Gewichte nach, geſchmolzen. Die geſchmolzene Maſſe wird mit Waſſer aufgeweicht, und die Aufloſung zur Trockne verdunſtet. Der Rückſtand wird mit einer beträchtlichen Menge Waſſer übergoſſen, und das Ganze auf das Filtrum gebracht. Die Kieſelerde welche mehr als die Hälfte von den Beſtandtheilen des Berylls ausmacht, bleibt zurück, die Glücinerde hingegen bleibt mit den übrigen Erden in der Salzſäure aufgelöſt. Dieſe Auflöſung wird durch kohlenſaures Kali gefällt, der Niederſchlag ausgewaſchen, und in Schwefelſäure aufgelöſt. Die Auflöſung wird zur gehörigen Konſiſtenz verdunſtet, und zum Kryſtalliſiren hingeſtellt. Es ſchießen nach und nach Alaunkryſtallen an. Bilden ſich keine mehr, ſo ſchüttet man in die Flüſſigkeit ein Uebermaaß von kohlenſaurem Ammonium, filtrirt und kocht ſie einige Zeit. Es fällt hierauf nach und nach ein weißes Pulver nieder, welches Glücinerde iſt.

Eigenſchaften. 2. Die durch das angegebene Verfahren erhaltene Glücinerde iſt ein ſanftes, leichtes, weißes Pulver, das weder Geruch noch Geſchmack hat, und die Eigenſchaft beſitzt, ſtark an der Zunge zu hängen. Auf die blauen Pflanzenſäfte iſt ſie ohne Wirkung. Sie iſt völlig unſchmelzbar, erhärtet nicht, und zieht ſich auch nicht in der Hitze zuſammen, wie es mit der Alaunerde der Fall iſt. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 2,967*).

Im Waſſer iſt ſie unauflöslich, ſie bildet aber mit einer geringen Menge dieſer Flüſſigkeit einen Teig, der einen gewiſſen Grad der Ziehbarkeit hat.

*) Ekeberg Ann. de Chim. XLIII, 277.

3. Sie verbindet ſich weder mit dem Sauerſtoff, noch mit einem der einfachen brennbaren Stoffe; allein das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas löſet ſie auf, und bildet mit ihr eine waſſerſtoffſchwefelhaltige Zuſammenſetzung, die in ihren Eigenſchaften mit andern waſſerſtoffſchwefelhaltigen Verbindungen übereinkommt *).

4. Der Stickſtoff äußert keine Wirkung auf die Glücinerde; die Salzſäure hingegen löſet ſie auf, und bildet mit ihr ein Salz von ſüßem Geſchmacke, das ſalzſaure Glücinerde genannt wird.

5. Die feuerbeſtändigen flüſſigen Alkalien löſen die Glücinerde auf, hierin kommt ſie mit der Alaunerde überein. Im Ammonium iſt ſie unauflöslich, im kohlenſauren Ammonium hingegen auflöslich, dadurch nähert ſie ſich der Yttererde; ſie iſt aber ungefähr fünfmal auflöslicher in kohlenſaurem Ammonium als dieſe Erde.

Sie verbindet ſich mit den Säuren und bildet mit ihnen ſüßſchmeckende Salze **), ſo wie es mit der Yttererde der Fall iſt.

Achter Abſchnitt.

Von der Zirkonerde.

Geſchichte. Unter den Edelſteinen, welche aus Ceylon zu uns kommen, giebt es einen, welcher Zirkon heißt, und ſich durch folgende Eigenſchaften auszeichnet.

*) Fourcroy Syst. II, 159.

**) Daher der Name Glücinerde, Süßerde, von γλυκυς, ſüß.

Er kommt von verſchiedenen Farben vor, grau, grünlichweiß, gelblich, röthlich braun und violet. Oft iſt er in rechtwinklichen vierſeitigen Prismen mit pyramidalen Endſpitzen, oder in Oktaëdern die aus doppelten vierſeitigen Pyramiden beſtehen, kryſtalliſirt. Gewöhnlich beſitzt er ziemlich viel Glanz, wenigſtens im Innern. Häufig iſt er halbdurchſichtig. Seine Härte iſt von 10 bis 16; ſein ſpecifiſches Gewicht von 4,416 bis 4,7.

In der Schmelzhitze erleidet er keinen bemerkbaren Verluſt, denn Klaproth, welcher den Zirkon im Jahre 1789 analyſirte, fand daß 300 Gran, die er anderthalb Stunden lang einem Schmelzfeuer ausgeſetzt hatte, nur ein Viertheil Gran leichter als vorher waren *). Die Salzſäure und Schwefelſäure griffen den Zirkon, ſelbſt bei Mitwirkung der Hitze, nicht an. Durch Glühen mit einer beträchtlichen Menge Natrum gelang es ihm den Zirkon in Salzſäure aufzulöſen, und folgendes Verhältniß der Beſtandtheile für hundert Theile deſſelben feſtzuſetzen:

31,5	Kieſelerde
0,5	Eiſen- und Nickeloxyde
68	einer neuen Erde
100,0.	

Der neuen Erde gab Klaproth den Namen Zirkonerde, von dem Foſſil in welchem er dieſelbe entdeckt hatte.

Wahrſcheinlich war die Seltenheit des Foſſils Urſache, daß Klaproths Verſuche nicht von andern wiederholt wurden. Im Jahre 1795 machte Klaproth eine chemiſche Analyſe des Hyacinthes bekannt, von dem gleich-

*) Beiträge B. I. S. 204.

falls die Zirkonerde einen vorzüglichen Beſtandtheil ausmacht, und forderte andre Chemiſten auf, dieſem Gegenſtande ihre Aufmerkſamkeit zu ſchenken †). Dieſes veranlaßte Guyton Morveau im Jahre 1796 die Hyacinthen von Expailly in Frankreich zu unterſuchen. Sie kamen in Rückſicht ihrer Beſtandtheile mit denen aus Ceylon überein, und beſtätigten Klaproths Analyſe vollkommen *). Dieſe Verſuche wurden von Vauquelin wiederholt, der die Natur dieſer Erde noch genauer kennen lehrte **).

Bereitung. 1. Bis jetzt iſt die Zirkonerde nur im Zirkon und Hyacinth gefunden worden. Sie läßt ſich durch folgendes Verfahren rein abſcheiden. Das Foſſil wird zu einem feinen Pulver zerrieben, mit drei Theilen Kali dem Gewichte nach vermiſcht, und in einem Schmelztiegel geſchmolzen. Die geſchmolzene Maſſe wird mit deſtillirtem Waſſer ſo lange übergoſſen, als dieſes noch etwas aufnimmt, und alsdann vom Rückſtand das in verdünnter Salzſäure Auflösliche aufgelöſt. Die Auflöſung wird gekocht, um damit, wofern etwas Kieſelerde aufgelöſt worden, dieſe zu Boden falle. Die Flüſſigkeit wird hierauf filtrirt, und derſelben Kali zugeſetzt, worauf ſich die Zirkonerde als ein weißes Pulver niederſchlägt.

Eigenſchaften. 2. Die auf die angegebene Art bereitete Zirkonerde, hat die Geſtalt eines feinen weißen Pulvers, das, wenn es zwiſchen den Fingern gerieben wird, ſich etwas rauh anfühlt. Sie hat weder Geruch noch Geſchmack. Vor dem Löthrohre iſt ſie unſchmelzbar. Im Kohlentiegel

---

†) Ebend. S. 231.

*) Ann. de Chim. XXI. 72.

**) Ibid. XXII, 158. et Jour. de Min. An V. 97.

erleidet ſie eine Art unvollkommner Schmelzung, nimmt eine graue Farbe, und ein etwas porcellanartiges Anſehen an. In dieſem Zuſtande iſt ſie ſehr hart; ihr ſpecifiſches Gewicht iſt dann 4,3, und ſie iſt nicht länger in Säuren auflöslich.

Die Zirkonerde iſt in Waſſer unauflöslich; ſie hat aber eine beträchtliche Verwandſchaft zu dieſer Flüſſigkeit. Wird ſie, nachdem ſie aus einer Auflöſung gefällt worden, getrocknet, ſo behält ſie ungefähr den dritten Theil ihres Gewichts an Waſſer zurück, nimmt eine gelbe Farbe und einen gewiſſen Grad von Durchſichtigkeit an, wodurch ſie dem arabiſchen Gummi ſehr ähnlich wird *).

3. Mit dem Sauerſtoffe, den einfachen brennbaren Stoffen, dem Stickſtoffe, den Metallen, verbindet ſie ſich nicht; zu verſchiedenen metalliſchen Oxyden, vorzüglich zu dem Eiſenoxyde, hat ſie eine beträchtliche Verwandſchaft, daher läßt ſie ſich ſchwer von demſelben trennen.

In tropfbar flüſſigen Alkalien iſt die Zirkonerde unauflöslich, ſie läßt ſich auch nicht mit ihnen zuſammenſchmelzen; in den kohlenſauren Alkalien iſt ſie hingegen auflöslich.

4. Es fehlt faſt noch ganz an Verſuchen, um ihre Verwandſchaft gegen die verſchiedenen Erden beſtimmen zu können. So viel weiß man, daß eine Miſchung aus Alaunerde und Zirkonerde in Fluß kommt.

Die Zirkonerde verbindet ſich mit allen Säuren, und bildet Salze, die einen eigenen adſtringirenden Geſchmack haben, und von denen einige im Waſſer unauflöslich ſind. Die Ordnung der Verwandſchaften, ſo weit ſie bis jetzt ausgemittelt worden iſt, iſt folgende:

---

*) Vauquelin Ann. de Chim. XXII, 158.

Vegetabiliſche Säuren.
Schwefelſäure.
Salzſäure.
Salpeterſäure.

Bis jetzt iſt von dieſer Erde keine Anwendung gemacht worden. Ihre Seltenheit, und die Schwierigkeit ſie rein darzuſtellen, machen es vor der Hand unmöglich, ſie für Künſte und Gewerbe zu benutzen.

Neunter Abſchnitt.

Von der Kieſelerde.

Geſchichte. Faſt an allen Orten wird ein weißer harter Stein gefunden, welcher Quarz heißt. Zuweilen iſt er durchſichtig und kryſtalliſirt; dann wird er Bergkryſtall genannt. Häufig kommt er als Sand vor. Da dieſer Stein und mehrere andre, welche ihm ähneln, als Feuerſtein, Agat, Chalcedon, die Eigenſchaft beſitzen, wenn ſie mit feuerbeſtändigen Alkalien geſchmolzen werden, zu Glas zu ſchmelzen, ſo führten ſie die Mineralogen ſonſt unter dem Namen der verglasbaren Steine auf. Pott, der im Jahre 1746 zuerſt ihre Eigenſchaften genauer beſchrieb, nannte ſie kieſelerdige Steine, weil er annahm, daß ſie vorzüglich aus einer Erde, die Kieſelerde genannt wird, beſtehen. Glauber kannte dieſe Erde, und beſchreibt die Art, wie ſie erhalten werden kann; doch verſtrich eine geraume Zeit, ehe man die Eigenſchaften derſelben kennen lernte. Geoffroy *)

*) Mem. Par. 1746. p. 286.

ſuchte zu beweiſen, daß ſie ſich in Kalkerde, Pott*) und Baumé**), daß ſie ſich in Alaunerde verwandeln laſſe; dieſe Behauptungen wurden aber von Cartheuſer***), Scheele †) und Bergmann ††) widerlegt. Dem letztern der genannten Chemiſten iſt man die erſte genaue Auseinanderſetzung der Eigenſchaften dieſer Erde ſchuldig †††).

Darſtellung. 1. Man kann die Kieſelerde durch folgendes Verfahren rein darſtellen. Ein Theil fein geriebener Feuerſtein oder Quarz wird mit drei Theilen Kali gemiſcht, und in einem Schmelztiegel geſchmolzen. Die geſchmolzene Maſſe wird in Waſſer aufgelöſt, das Kali mit Salzſäure geſättigt, und bis zur Trockene verdunſtet. Gegen das Ende des Verdunſtens nimmt die Flüſſigkeit die Geſtalt einer Gallerte an; und wenn alle Feuchtigkeit fortgetrieben iſt, bleibt eine weiße Maſſe zurück. Dieſe wird mit vielem Waſſer ausgewaſchen, und getrocknet, ſie iſt Kieſelerde im Zuſtande der Reinheit.

Eigenſchaften. 2. Die auf dem angegebenen Wege erhaltene Kieſelerde iſt ein feines weißes Pulver ohne Geſchmack und Geruch. Ihre Theilchen fühlen ſich rauh an, als wenn ſie aus kleinen Sandkörnchen beſtünden. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 2,66 ††††).

Man kann ſie einem ſehr heftigen Feuer ausſetzen, ohne daß ſie eine Veränderung erleidet. Lavoiſier und Mor-

---

*) Lithogn. p. 3. Praef.
**) Mem. de Chim.
***) Miner. Abb.
†) Scheele phyſ. chem. Schr. B. II. S. 156 ff.
††) Opusc. V, 59.
†††) Opusc. II, 26.
††††) Kirwan.

veau bedienten ſich eines mit Sauerſtoffgas genährten Feuers, und fanden, daß es keine Wirkung auf ſie hervorbrachte **). Sauſſüre bewirkte mit dem Löthrohre das Schmelzen eines ſo kleinen Theilchens, daß es ohne Vergrößerungsglas kaum zu erkennen war. Nach ſeiner Berechnung muß die Temperatur, welche dieſe Wirkung hervorbringen ſoll, gleich 4043° nach Wedgwoods Pyrometer ſeyn.

Wirkung des Waſſers. 3. Sie iſt im Waſſer unauflöslich, es ſey dann, daß ſie friſch gefällt worden; dann löſen 1000 Theile Waſſer, einen Theil derſelben auf ***). Auf die Pflanzenfarben iſt ſie ohne Wirkung.

Sie abſorbirt ungefähr ein Viertheil ihres Gewichts an Waſſer, ohne daß davon ein Tropfen herausdringt; wird ſie aber der Luft ausgeſetzt, ſo verdunſtet das Waſſer ſehr ſchnell †). Wird ſie vom Kali mit Hülfe der Salzſäure und langſamen Verdunſten getrennt, ſo hält ſie eine beträchtliche Menge Waſſer an ſich, und bildet damit eine durchſichtige Gallerte, dieſe Feuchtigkeit verdunſtet nach und nach an der Luft.

Die Kieſelerde läßt ſich mit einer geringen Menge Waſſer zu einem Teige machen; dieſer Teig beſitzt nicht die mindeſte Ziehbarkeit, und bildet eine lockre, zerreibliche, unzuſammenhängende Maſſe *).

Die Kieſelerde kann kryſtalliſiren. Die Kryſtalliſationen derſelben, welche unter dem Namen des Bergkryſtalls bekannt ſind, werden an ſehr vielen Orten angetroffen. Wenn ſie völlig rein ſind, ſo ſind ſie durchſichtig und farbenlos wie

**) Jour. de l'Ecole Polyt. III, 299.
***) Kirwan. †) Ebend. *) Scheele.

Glas. Die Kryſtallenform iſt ſehr mannigfaltig; die gewöhnliche Geſtalt iſt das ſechsſeitige Prisma mit ſechsſeitigen pyramidalen Endſpitzen, die Winkel der Prismen korreſpondiren mit denen der Pyramiden. Die Härte der Kryſtalle iſt beträchtlich und beträgt 11. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt 2,653 *).

Es giebt zwei Wege dieſe Kryſtalle durch Kunſt nachzuahmen. Der erſte wurde durch Bergmann entdeckt. Er löſte Kieſelerde in Flußſäure auf, und ließ die Auflöſung zwei Jahre lang ruhig ſtehen. Er fand auf dem Boden des Gefäßes eine Menge von Kryſtallen meiſtentheils von unregelmäßiger Geſtalt, einige derſelben waren Würfel mit abgeſtumpften Winkeln. Sie waren hart, allein in Anſehung der Härte mit dem Bergkryſtall nicht zu vergleichen **).

Ein andres Verfahren wurde durch den Zufall entdeckt. Profeſſor Seigling zu Erfurt hatte Kieſelfeuchtigkeit bereitet, die mehr als gewöhnlich mit Waſſer verdünnt war, und einen Ueberſchuß von Alkali enthielt. Sie blieb acht Jahre lang in einem nur mit Papier bedeckten Glaſe ruhig ſtehen. Da ihm das Glas zufällig in die Hand kam, ſo bemerkte er in demſelben eine beträchtliche Menge Kryſtalle. Er überſchickte das Ganze an Trommsdorf zur ferneren Unterſuchung. Die noch übrige Flüſſigkeit betrug ungefähr zwei Unzen. Die Oberfläche derſelben war mit einer durchſichtigen Rinde bedeckt, die ſo feſt war, daß man das Gefäß umkehren konnte, ohne daß etwas von der Flüſſigkeit heraus lief. Auf dem Boden des Gefäßes waren Kryſtalle angeſchoſſen, die bei der Unterſuchung ſich wie kohlenſaures

*) Kirwan. **) Bergm. Opusc. II, 52.

und ſchwefelſaures Kali verhielten. Die auf der Oberfläche befindliche Rinde beſtand zum Theil aus kohlenſaurem Kali, zum Theil aus kryſtalliſirter Kieſelerde. Die Kryſtalle der letztern waren vierſeitige Pyramiden in Gruppen zuſammengehäuft, vollkommen durchſichtig, und ſo hart, daß ſie mit dem Stahle Funken gaben.

Wirkung der einfachen Stoffe.

4. Die Kieſelerde verbindet ſich weder mit dem Sauerſtoffe, noch mit den einfachen brennbaren Stoffen, noch mit den Metallen, allein mit mehreren metalliſchen Oxyden läßt ſie ſich durch Schmelzen vereinigen, und bildet mit ihnen gefärbte Gläſer und Emails.

5. Der Stickſtoff äußert keine Wirkung auf die Kieſelerde. Die Salzſäure wirkt auf die reine Kieſelerde nicht; iſt ſie hingegen mit einem Ueberſchuß von Alkali verbunden, ſo löſt die Salzſäure dieſe Zuſammenſetzungen auf, und bildet eine beſtändige Auflöſung. Wird die Auflöſung koncentrirt, ſo ſcheidet ſich die Kieſelerde in Geſtalt einer Gallerte aus.

Wirkung der Alkalien.

6. Zwiſchen den feuerbeſtändigen Alkalien und der Kieſelerde findet eine große Verwandſchaft ſtatt. Man kann eine Verbindung zwiſchen ihnen bewirken, wenn man ſie entweder in einem Schmelztiegel ſchmilzt, oder die Kieſelerde mit tropfbar flüſſigem Alkali kocht. Uebertrifft die Menge des Kali, die der Kieſelerde beträchtlich, ſo iſt die Zuſammenſetzung in Waſſer auflöslich, und bildet das was ſonſt Kieſelfeuchtigkeit (Liquor silicum) jetzt kieſelhaltiges Kali oder Natrum genannt wird. Waltet die Kieſelerde vor, ſo iſt die Zuſammenſetzung durchſichtig und farbenlos wie Bergkryſtall, und es wirken weder Waſſer, noch Luft und Säuren (mit Ausnahme einer einzigen) auf ſie.

Dieſes iſt die unter dem Namen des Glaſes bekannte Subſtanz.

Weder das gasförmige noch das tropfbarflüſſige Ammonium wirken auf die Kieſelerde.

Der Baryterde. 7. Zwiſchen der Baryterde und Kieſelerde findet eine große Verwandſchaft ſtatt. Gießt man in eine Auflöſung der Kieſelerde in Kali Barytwaſſer, ſo erfolgt ein Niederſchlag, den Morveau für eine Verbindung der Baryterde mit der Kieſelerde hält *). Baryterde und Kieſelerde laſſen ſich auch auf trocknem Wege durch Schmelzen mit einander verbinden. Die Zuſammenſetzung hat eine grünliche Farbe, und hängt nur unvollkommen zuſammen **). Die Wirkung der Hitze auf mehrere Miſchungen aus Baryterde und Kieſelerde enthalten folgende Verſuche von Kirwan.

Verhältniſſe.	Temperatur.	Wirkung.
80 Kieſelerde. 20 Baryterde.	150° Wedgw.	Eine weiße ſpröde Maſſe.
75 Kieſelerde. 25 Baryterde.	150° Wedgw.	Eine ſpröde hatre-Maſſe, die an den Ecken halb durchſichtig iſt.
66 Kieſelerde. 33 Baryterde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einer harten etwas poröſen porcellanartigen Maſſe.
50 Kieſelerde. 50 Baryterde.	148° Wedgw.	Eine harte nicht geſchmolzene Maſſe.

*) Morveau Ann. de Chim. XXXI, 250.

**) Vauquelin Ann. de Chim. XXIX, 271.

(Fortſetzung der Tabelle.)

Verhältniſſe.	Temperatur.	Wirkung.
20 Kieſelerde. 80 Barpterde.	148° Wedgw.	Die Ecken waren zu einer blos grünlichen Maſſe, die ein Mittelding zwiſchen Porcellan und Email war, geſchmolzen.
25 Kieſelerde. 75 Barpterde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einer etwas poröſen und porcellanartigen Maſſe.
33 Kieſelerde. 66 Barpterde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einem gelblich, zum Theil grünlich weißen poröſen Porcellan.

Strontianerde. Strontianerde und Kieſelerde verbinden ſich mit einander faſt auf dieſelbe Art.

Kalkerde. Auch zwiſchen der Kalkerde und Kieſelerde findet eine Verwandſchaft ſtatt. Wird Kalkwaſſer in eine Auflöſung der Kieſelerde in Kali geſchüttet, ſo erfolgt, wie Stucke beobachtet hat, ein Niederſchlag. Dieſer iſt eine Zuſammenſetznng aus Kieſelerde und Kalkerde *). Auch durch Einwirkung der Hitze läßt ſich eine Vereinigung beider Erden bewerkſtelligen. Iſt die Menge der Kalkerde nicht geringer, als die der Kieſelerde; ſo bilden ſie ein Glas. Die Wirknng der Hitze auf Miſchungen aus dieſen beiden Erden in verſchiedenen Verhältniſſen, zeigen folgende Verſuche von Kirwan.

*) Lavoisier Mem. Par. 1787. p. 598.

Verhältniſſe.	Temperatur.	Wirkung.
50 Kalkerde. 50 Kieſelerde.	150° Wedgw.	Schmolz zu einer weißen, an den Ecken halb durchſichtigen Maſſe, die, wiewohl nur ſchwach, mit dem Stahle Funken gab; ſie war ein Mittelding zwiſchen Porcellan und Email.
80 Kalkerde. 20 Kieſelerde.	156° Wedgw.	Ein gelblich weißes lockeres Pulver.
20 Kalkerde. 80 Kieſelerde.	156° Wedgw.	Nicht geſchmolzen; bildete eine ſpröde Maſſe.

Bittererde. Gleiche Theile Bittererde und Kieſelerde ſchmelzen, wiewohl äußerſt ſchwierig bei einer ſo heftigen Hitze als nur hervorgebracht werden kann, zu einem weißen Email *). Bei niederern Temperaturen, bleiben die Miſchungen aus dieſen Erden, in welchen Verhältniſſen ſie auch gemacht wurden, ungeſchmolzen **).

Zwiſchen Kieſelerde und Alaunerde findet eine große Verwandſchaft ſtatt. Werden gleiche Theile von kieſelerdehaltigem und alaunerdehaltigem Kali mit einander vermiſcht, ſo bildet ſich augenblicklich ein brauner Ring, der beim Schütteln, durch die ganze Flüſſigkeit hindurchgehet. Hat die Miſchung ungefähr eine Stunde geſtanden, ſo nimmt ſie die Konſiſtenz einer Gallerte an *). Macht man aus beiden Erden mit Waſſer einen Teig, ſo nimmt dieſer beim Trocknen eine

*) Lavoisier Mem. Par. 1787. p. 598.
**) Achard Mem. Berl. 1780. p. 33.
†) Morveau Ann. de Chim. XXXI, 249.

eine ziemliche Härte und Feſtigkeit an. Brennt man ihn bei einer Tempeeatur von 160° Wedgwood, ſo wird es ausnehmend hart, ſchmilzt aber nicht *). Achard fand die Miſchungen aus dieſen beiden Erden in jedem Verhältniſſe bei einer Temperatur die wahrſcheinlich wenig niedriger war, als 150° nach Wedgwood, unſchmelzbar. Werden ſie aber einem ſehr heftigen Feuersgrade ausgeſetzt, ſo werden ſie in eine Art undurchſichtigen Glaſes, oder vielmehr Emails verwandelt. Porcellan, Fayence, Ziegeln und andre ähnliche Subſtanzen, beſtehen größtentheils aus dieſer Zuſammenſetzung. Miſchungen aus Kieſelerde und Alaunerde in verſchiedenen Verhältniſſen machen die Thonarten aus; allein dieſe enthalten außerdem noch andere Beſtandtheile.

Aus Achard's Verſuchen folgt, daß gleiche Theile Kalkerde, Bittererde und Kieſelerde, zu einem grünlichen Glaſe fließen, das mit dem Stahle Funken giebt: iſt die Menge der Bittererde größer, als die Menge jeder der beiden übrigen Erden; ſo kommt die Miſchung nicht in Fluß; waltet die Kieſelerde vor, ſo ſchmilzt die Miſchung ſelten; außer in dem Falle, wenn drei Theile Kieſelerde, zwei Theile Kalkerde und ein Theil Bittererde genommen werden, wo ein Porcellan erhalten wurde; waltet die Kalkerde vor, ſo iſt die Miſchung gewöhnlich ſchmelzbar **).

Eine Miſchung aus Kieſelerde und Alaunerde, kann vermittelſt der Hitze mit Baryterde oder Strontianerde verbunden werden, die Miſchung ſchmilzt leicht zu einem grünlich gefärbten Porcellan ***).

---

*) Kirwan.

**) Mem. Berl. 1780. p. 33. et Jour de Phys. XXIV.

***) Kirwan.

Achard und Kirwan fanden bei ihren Verſuchen, daß Miſchungen aus Kieſelerde, Kalkerde und Alaunerde in dem Falle, wenn die Kalkerde vorwaltete, Miſchungen gaben, die zu Glas oder Porcellan ſchmolzen. Die einzigen Verhältniſſe, welche unſchmelzbare Miſchungen lieferten, waren

2	3	Kalkerde,
1	1	Kieſelerde.
2	2	Alaunerde.

Waltete die Kieſelerde vor, ſo ſchmolz die Miſchung gewöhnlich zu einem Email oder Porcellan, zuweilen auch zu einem Glaſe; waltete hingegen die Alaunerde vor, ſo wurde in vielen Fällen zwar ein Porcellan, allein kein Glas erhalten *).

Miſchungen aus Bittererde, Kieſelerde und Alaunerde, ſchmelzen, wenn die Bittererde vorwaltet, bei einer Temperatur von 150° nicht. Waltet die Kieſelerde vor, ſo wird oft ein Porcellan erhalten; drei Theile Kieſelerde, zwei Bittererde und ein Theil Alaunerde bilden ein Glas. Waltet die Alaunerde vor, ſo wird immer nur ein Porcellan erhalten **).

Achard konnte eine Miſchung aus gleichen Theilen Kalkerde, Bittererde, Kieſelerde und Alaunerde zu Glas ſchmelzen. Dieſe vier Erden ſchmolzen auch noch in andern Verhältniſſen, vorzüglich wenn die Kieſelerde vorwaltete.

Die Kieſelerde unterſcheidet ſich von den übrigen Erden dadurch, daß ſie ſich, außer mit der Flußſäure, Phosphor-

---

*) Kirwan. **) Eben.

ſäure und Boraxſäure, denen vielleicht noch die Salzſäure beizufügen wäre, mit keiner andern Säure verbindet.

Die Kieſelerde gehört zu den wichtigſten Erden. Sie iſt ein Hauptbeſtandtheil derjenigen Steine, welche die Grundlage unſers Erdballs ausmachen. Sie iſt ein weſentlicher Beſtandtheil des Mörtels, aller Arten Steingut, des Glaſes u. ſ. w.

Zehnter Abſchnitt.

Allgemeine Bemerkungen über die Alkalien und Erden.

Feuerbeſtändige Alkalien und Erden. Die feuerbeſtändigen Alkalien und Erden machen in der Ordnung, in welcher ſie in den vorhergehenden Abſchnitten beſchrieben worden, eine regelmäßige Reihe aus. Der Unterſchied zwiſchen dem Kali nnd der Kieſelerde, welche die beiden äußerſten Punkte derſelben ſind, iſt ſehr beträchtlich, dahingegen der, zwiſchen zwei von dieſen Subſtanzen, die unmittelbar auf einander folgen, äußerſt gering iſt. Die Baryterde z. B. kommt in ſo vielen Eigenſchaften mit den feuerbeſtändigen Alkalien überein, daß man ſie füglich denſelben beizählen könnte, wie dieſes Fourcroy auch wirklich gethan hat. Daſſelbe gilt von der Strontianerde. Mit der Kalkerde kommen dieſe beiden Erden wiederum in ſo manchen Stücken überein, daß die meiſten Chemiſten ſie zuſammengeſtellt haben. Vergleicht man die Kalkerde mit der Bittererde; ſo findet man zwiſchen ihnen eine große Annäherung in ihren Eigenſchaften; ſo ähnelt die Bittererde der Alaunerde, und der Unterſchied zwiſchen Alaunerde, Yttererde und Glücinerde iſt nur gering. Yttererde und Glücinerde

unterſcheiden ſich wenig von der Zirkonerde, während die Uebereinſtimmung zwiſchen dieſer und der Kieſelerde nicht weniger einleuchtet.

Gehören zu einer Klaſſe.

Vielleicht ſollte man ſtreng genommen, die Erden und Alkalien unter eine allgemeine Klaſſe bringen: allein die Eintheilung derſelben in Alkalien und Erden wurde in einem früheren Zeitpunkte gemacht, wo man mit den Eigenſchaften der Körper, die in verſchiedene Klaſſen geordnet wurden, noch nicht gehörig bekannt war. Die einmal gemachte Eintheilung wurde beibehalten, ungeachtet es ſchwer fällt zu beſtimmen, welche Subſtanzen jeder beſtimmten Klaſſe angehören. Glücklicher Weiſe iſt dieſer Punkt von keiner großen Wichtigkeit.

Ich bin in den vorhergehenden Abſchnitten der ältern Eintheilung gefolgt. Einige der neuern Chemiſten, insbeſondere Fourcroy, zählen die Baryterde und Strontianerde zu den Alkalien. Da die Eintheilung dieſer Naturkörper in Erden und Alkalien ganz willkührlich iſt, ſo kann dieſe Anordnung nicht getadelt werden. Setzt man aber die Baryterde und Strontianerde unter die Alkalien, ſo kann man die Kalkerde nicht ausſchließen; denn die Baryterde und Strontianerde beſitzen keine einzige alkaliſche Eigenſchaft, welche nicht auch der Kalkerde eigen wäre. Zählt man aber die Kalkerde zu den Alkalien, ſo kann die Bittererde von ihnen nicht füglich getrennt werden. Eigentlich gehen dieſe Körper durch unmerkliche Grade in einander über, ſo daß es äußerſt ſchwer wird, eine beſtimmte Grenzlinie zwiſchen ihnen zu ziehen. Dieß iſt ein hinreichender Grund, die gewöhnliche, der neuen von Fourcroy beliebten Eintheilung vorzuziehen.

Unterſchied zwiſchen Alkalien und Erden.

Zählt man nur allein Kali, Natrum und Ammonium zu den Alkalien, alle übrigen hingegen zu den Erden, ſo laſſen ſich folgende Unterſchiede zwiſchen beiden feſtſetzen, welches nicht mehr der Fall iſt, wenn die Baryterde und Strontianerde zu den Alkalien gerechnet werden.

Die weſentlichen Eigenſchaften der Alkalien ſind dann folgende.

1. Sie laſſen ſich verflüchtigen.
2. Sind in Alkohol auflösslich.
3. Die Zuſammenſetzungen, welche ſie mit der Kohlenſäure und den Oelen bilden, ſind in Waſſer auflöslich.

Die karakteriſtiſchen Eigenſchaften der Erden ſind:

1. Sie ſind vollkommen feuerbeſtändig.
2. Sind in Alkohol unauflöslich.
3. Die Verbindungen, welche ſie mit der Kohlenſäure und den Oelen eingehen, ſind in Waſſer unauflöslich.

Die Erden laſſen ſich füglich wiederum in zwei ſubordinirte Genera eintheilen: in alkaliſche Erden; und in Erden im engern Sinne des Wortes. Die alkaliſchen Erden ſind: die Baryterde, Strontianerde und Kalkerde. Sie kommen mit den Alkalien im Geſchmack, in der Kauſticität, Auflöslichkeit in Waſſer, und der Wirkung auf die Pflanzenfarben überein. Die Erden im engern Sinne des Wortes, ſind: die Alaunerde, Yttererde, Glücinerde, Zirkonerde und Kieſelerde. Sie erregen keine Geſchmacks-

---

*) Dieß muß mit gewiſſen Einſchränkungen verſtanden werden; denn nach Fourcroy nnd Vauquelin löſet der Alkohol eine beträchtliche Menge friſch bereiteter Baryterde auf. Mem. de l'Inst. nat. II, 61.

empfindung, ſind in Waſſer unauflöslich, und äußern keine Wirkung auf die Pflanzenfarben. Die Bittererde iſt das Band, welches dieſe beiden untergeordneten Geſchlechter verbindet, indem ſie die Eigenſchaften beider an ſich trägt. Sie färbt wie die alkaliſchen Erden die blauen Pflanzenfarben grün, und iſt wie die Erden im engeren Sinne des Wortes, ohne Geſchmack und unauflöslich in Waſſer. Einige der vorzüglichſten Eigenſchaften der Erden, enthält folgende Tabelle *).

Erden.	Auflöslichkeit in einem Theile Waſſer.	Färben blaue Pflanzenſäfte grün.	Auflöslich in Kali.	Auflösl. in kohlenſaurem Kali.	Auflöslich in kohlenſaurem Ammonium.	Auflöslich in Salzſäure †).	Werden durch blauſaures Kali gefällt.	Werden durch Gerbeſtoff gefällt.	Werden durch die Hydroſulfüren gefällt.	Werden durch die bernſteinſauren Salze gefällt.
Barnterde	0,050	1				1				1
Strontianerde	0,005	2				2				2
Kalkerde	0,002	3				3				3
Bittererde	0,000	4				4				
Alaunerde	0,000		1			5			1	
Yttererde	0,000			1	1	6	1	1		
Glücinerde	0,000		2	2	2	7		2		4
Zirkonerde	0,000			3		8	2	3	2	
Kieſelerde	0,000		3							

*) In dieſe Tabelle ſind mehrere Eigenſchaften aufgenommen worden, mit denen der Leſer erſt in den folgenden Abſchnitten bekannt werden wird. Ich hielt es aber für rathſam, ſie hier anzuführen, damit die Tabelle die wichtigſten Eigenſchaften der Erden in ſich faſſen möchte.

†) Nachdem ſie gefällt worden ſind.

Es verdient bemerkt zu werden, daß eine beträchtliche Menge dieſer Körper ſich in Paare theilen läßt, die eine auffallende Aehnlichkeit mit einander haben. Dieſe Paare ſind:

1 { Kali.
  Natrum.

2 { Barpterde.
  Strontianerde.

3 { Yttererde.
  Glücinerde.

4 { Alaunerde.
  Zirkonerde.

Die Aehnlichkeit zwiſchen Alaunerde und Zirkonerde, welche das letzte Paar ausmachen, iſt nicht ſo auffallend, als die Aehnlichkeit derjenigen Erden, welche die andern Paare bilden. Das Ammonium, die Bittererde und Kieſelerde haben keine ihnen korreſpondirenden Erden.

Alle Erden, mit Ausnahme der Kieſelerde, verbinden ſich mit Säuren. Keine dieſer Subſtanzen, das Ammonium ausgenommen, welches aber auch nur dann, wenn es zerſetzt wird, verbrennlich iſt, iſt verbrennlich; es kann ſich daher auch keine derſelben mit Sauerſtoff verbinden. Auch mit Kohle, Waſſerſtoff und Stickſtoff gehen ſie keine Vereinigung ein. Die Alkalien und alkaliſchen Erden vereinigen ſich mit dem Schwefel; mit dem Phosphor verbinden ſich allein die alkaliſchen Erden: weder Alkalien noch Erden gehen mit den Metallen eine Vereinigung ein; allein ſie haben Verwandſchaft zu mehreren metalliſchen Oxyden.

Beſtandtheile derſelben. Da bis jetzt noch keine dieſer Erden zerlegt worden iſt, ſo müſſen ſie bei dem jetzigen Zuſtande der Chemie für einfache Körper gehalten werden. Man

hat zwar mehrere Verſuche gemacht, um zu zeigen, daß es nur eine Erde in der Natur gäbe, und daß alle übrigen nur Modifikationen derſelben wären. Diejenige Erde, welche allgemein für die einfachſte gehalten wurde, war die Kieſelerde *). Allein keiner dieſer Verſuche, ungeachtet mehrere Chemiſten bei Anſtellung derſelben äußerſt ſcharfſinnig zu Werke gingen, iſt von einem glücklichen Erfolge begleitet geweſen.

Vor einiger Zeit wollte man darthun, daß alle Erden metalliſche Oxyden wären, und daß ſie wirklich in den metalliſchen Zuſtand zurückgeführt werden könnten.

Baron vermuthete vor langer Zeit, daß die Alaunerde etwas metalliſches an ſich habe; Bergmann wurde durch das große Gewicht der Baryterde und andre Eigenſchaften derſelben veranlaßt, ſie für ein metalliſches Oxyde zu erklären. Derjenige Chemiſt aber, der die Vermuthung aufſtellte, daß alle Erden metalliſche Oxyden ſeyn möchten, war Lavoiſier †). Im Jahre 1790, gleich nach dem die Chemie von Lavoiſier erſchienen war, behaupteten Tondi und Profeſſor Ruprecht, beide aus Schemnitz, daß ſie durch Einwirkung einer ſehr großen Hitze, aus der Baryterde ein dem Eiſen ähnliches Metall erhalten hätten, welches vom Magnete wäre gezogen worden, und dem ſie den Namen Borbonium gaben; aus der Bittererde ein anderes, welches ſie Auſtrum nannten: ein drittes aus der Kalkerde, dem ſie gleichfalls den Namen Auſtrum ertheilten, und

*) Sage macht hiervon eine Ausnahme, indem er die Kalkerde dafür erklärte.

†) Traité element Vol. I, p. 205.

ein viertes aus der Alaunerde, welches von ihnen Apulum genannt wurde. Sie bedienten ſich bei dieſen Reduktionen folgendes Verfahrens. Die Erden wurden in einem heſſiſchen Schmelztiegel mit Kohlen umgeben, und mit Knochenpulver bedeckt, einem ſehr heftigen Feuersgrade ausgeſetzt.

Dieſe Verſuche wurden bald von Klaproth, Savoreſi und Tihauski wiederholt. Sie fanden, daß alle dieſe angebliche Metalle phosphorhaltiges Eiſen wären. Durch den heftigen Feuersgrad war das Eiſen aus den Schmelztiegeln, der Phosphor aus den Knochen ausgeſchieden worden. Man muß demnach die Erden noch immer als eine beſondre Klaſſe der Körper aufführen: und wie Klaproth bemerkt, ſind auch die Eigenſchaften der meiſten derſelben, ſo ſehr von den metalliſchen Oxyden verſchieden, daß die Vorausſetzung, ſie enthielten dieſelben Beſtandtheile, mit allen Thatſachen im Widerſpruch ſtehet, und jeder Analogie entgegen iſt. Einige Erden kommen zwar in manchen Eigenſchaften, die man für vorzüglich karakteriſirend hält, mit den metalliſchen Oxyden überein, und ſcheinen demnach das Zwiſchenglied zu ſeyn, welches die Erden mit den Alkalien verbindet *). Dieß iſt insbeſondre der Fall mit der Yttererde und Zirkonerde. Allein der Grund dieſer Uebereinſtimmung, wird ſo lange ein Geheimniß bleiben, bis die Beſtandtheile der Erden ausgemittelt worden ſind. Es wäre zu wünſchen, daß dieſer wichtige Gegenſtand recht bald aufgeklärt würde.

---

*) Die Eigenſchaften, auf welche hier angeſpielt wird, ſind: daß ſie mit den Säuren gefärbte Salze bilden, und durch blauſaures Kali und einen Aufguß der Galläpfel gefällt werden.

Deſormes und Morveau machten bekannt, daß das Kali eine Zuſammenſetzung aus Kalkerde und Waſſerſtoff; Natrum eine Verbindung der Bittererde mit Waſſerſtoff ſey. Aus andern Verſuchen glaubten ſie ſich zu dem Schluſſe berechtigt, daß Kalkerde aus Kohle, Stickſtoff und Waſſerſtoff; und Bittererde aus Kalkerde und Stickſtoff zuſammengeſetzt ſey *); allein Darracq hat durch Verſuche gezeigt, daß die von dieſen Chemiſten erhaltenen Reſultate, von der Unreinigkeit derjenigen Subſtanzen, mit welchen ſie arbeiteten, herrühren.

Drittes Kapitel.

Von den Oxyden.

Ich habe nunmehr, (mit Ausnahme einer einzigen, der Flußſäure) alle bekannten Subſtanzen, welche die Chemiſten bisher nicht in einfachere Beſtandtheile zerlegen konnten, abgehandelt. Von dieſen einfachen Subſtanzen iſt der Sauerſtoff die merkwürdigſte. Er verbindet ſich (mit Ausnahme der nicht ſperrbaren Subſtanzen, Alkalien und Erden), mit allen übrigen. Wir haben ferner geſehen, daß er ſich mit den Körpern gewöhnlich in verſchiedenen Verhältniſſen vereinigt, und Zuſammenſetzungen von verſchiedenen Eigenſchaften liefert.

Verbindungen mit dem Sauerſtoff.

Alle die Zuſammenſetzungen von welchen der Sauerſtoff einen Beſtandtheil ausmacht, laſſen

*) Mem. de l'Inst. III, 321.

ſich unter zwei Klaſſen bringen. 1) Die eine enthält diejenigen, welche die Eigenſchaften der Säuren beſitzen; 2) die andere begreift die Subſtanzen unter ſich, welchen dieſe Eigenſchaften fehlen.

Der generiſche Name, mit welchem man die zur erſten Klaſſe gehörenden Subſtanzen bezeichnet, iſt der, der Säure, der der zweiten, Oxyde. Unter Oxyde verſteht man eine Subſtanz, welche aus Sauerſtoff und einem andern Körper beſtehet, und die nicht die Eigenſchaften der Säuren beſitzt. In dieſem, und dem folgenden Kapitel ſollen die Eigenſchaften dieſer zwei Arten von Zuſammenſetzungen erörtert werden.

Es iſt keinesweges ungewöhnlich, Zuſammenſetzungen die aus derſelben Baſis und Sauerſtoff beſtehen, anzutreffen, die nach Verſchiedenheit der Menge von Sauerſtoff, welche in die Verbindung eingehet, zu beiden Klaſſen gehören. In dieſen Fällen bildet die geringere Menge Sauerſtoff das Oxyde; die größere Menge die Säure. Hieraus folgt, daß die Oxyden ſtets eine geringere Menge Sauerſtoff enthalten, als die Säuren mit derſelben Baſis. Die Betrachtung der Oxyden ſoll daher vorangehen, und ihnen dieſes Kapitel gewidmet werden; das folgende ſoll die Unterſuchung der Säuren enthalten.

Verſchiedene Arten von Oxyden.

1. Der Sauerſtoff verbindet ſich mit drei verſchiedenen Arten von Körpern, den einfachen brennbaren; den nicht brennbaren; und den Metallen; und bildet mit jedem zu dieſen Gattungen gehörenden Individuo Oxyden. Dieſe Oxyden ſind nach Verſchiedenheit derjenigen Subſtanz welche die Grundlage ausmacht, verſchieden; allein alle Oxyden der einfachen brennbaren Stoffe ſind verbrennlich; mit Ausnahme des Oxyde des Waſſerſtoffs, das

ein Produkt des Verbrennens iſt; alle Oxyden der einfachen nicht brennbaren Stoffe ſind Feuerträger; und alle Oxyden der Metalle ſind entweder Produkte des Verbrennens, oder Feuerträger. Dem zufolge kann die erſte Klaſſe der Oxyden (das des Waſſerſtoffs ausgenommen), nicht durch Verbrennen gebildet werden; daſſelbe gilt von der zweiten Klaſſe; allein ein Theil der in die dritte Klaſſe gehörenden Oxyden, wird durch das Verbrennen gebildet, ein anderer durch die Vereinigung mit dem Sauerſtoffe der Feuerträger ohne Verbrennen.

2. Außer dieſen Oxyden, welche als einfach betrachtet werden können, weil in ihnen nur ein einziger Beſtandtheil mit dem Sauerſtoffe verbunden iſt, giebt es noch eine andere weit zahlreichere Klaſſe, welche aus der Verbindung des Sauerſtoffs mit zwei oder mehreren einfachen Subſtanzen beſtehet. Dieſe Zuſammenſetzungen laſſen ſich von den andern dadurch unterſcheiden, daß man ſie zuſammengeſetzte Oxyden (compound oxides) nennt. Die Betrachtung dieſer letztern muß einem andern Theile dieſes Werkes vorbehalten bleiben, da ſie nicht gewöhnlich den Namen Oxyden führen.

3. Mit Betrachtung der Eigenſchaften der einfachen Oxyden müßte billig, der gemachten Eintheilung zufolge, der Anfang gemacht werden. Bei weiterer Ueberlegung überzeugt man ſich aber bald, daß unſere chemiſche Kenntniſſe noch nicht weit genug fortgeſchritten ſind, um damit man dieſe Methode befolgen könne. Die Oxyden des Schwefels und Phosphors ſind bisher ſo oberflächlich unterſucht worden, daß ich es für zweckmäßiger hielt, bei Gelegenheit, als vom Schwefel und Phosphor gehandelt wurde, zugleich die wenigen Thatſachen welche hievon bekannt ſind, mit anzuführen,

als ihnen beſondere Abſchnitte zu widmen. Aus eben dieſem Grunde, wurde bei jedem Metalle der Oxyden deſſelben Erwähnung gethan. Diejenigen Oxyden welche daher für uns noch zu betrachten übrig bleiben, ſind die der zwei einfachen brennbaren Stoffe, des Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs; und die des Stickſtoffs; denn die Zuſammenſetzungen welche die Salzſäure mit dem Sauerſtoffe liefert, werden als Säuren betrachtet. Dieſe Oxyden ſollen uns in den nächſtfolgenden Abſchnitten beſchäftigen.

Erſter Abſchnitt.

Von den Oxyden des Kohlenſtoffes.

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, daß ſich der Kohlenſtoff mit drei verſchiedenen Antheilen Sauerſtoff verbinden, und zwei Oxyden und eine Säure bilden kann. Dieſe Oxyden ſind: das kohlige Oxyde (carbonous oxide) oder die Kohle, welches die geringſte Menge Sauerſtoff enthält; und das Kohlenoxyde (carbonic oxide) welches mit einer größern Menge verbunden iſt.

I. Von der Kohle.

Schon bei der Gelegenheit, als von dem Kohlenſtoffe gehandelt wurde, habe ich das Verfahren Kohle zu bereiten, und mehrere Eigenſchaften derſelben angegeben. Allein es wird nöthig ſeyn, aufs Neue dieſen Gegenſtand vorzunehmen, und ihn wo möglich mit mehr Genauigkeit zu behandeln, weil er einer der dunkelſten und ſchwürigſten der Chemie iſt. Ich

ziehe die Benennung Kohle der des kohligen Oxyde vor, weil ich dadurch in Stand geſetzt werde, dieſe Materie aus einem allgemeineren Geſichtspunkte zu betrachten.

Zwei Arten von Kohlegemine. 1. Wird Kohle auf die gewöhnliche Art dadurch bereitet, daß Holz in verſchloſſenen Gefäßen geglühet wird; ſo enthält es ſtets etwas Waſſerſtoff; denn wird die ſo bereitete Kohle in einer porcellanenen, oder eiſernen, oder beſchlagenen Glas-Retorte einem heftigen Feuer ausgeſetzt, ſo wird eine beträchtliche Menge Gas erhalten. Dasjenige Gas welches zuerſt übergehet, iſt eine Miſchung aus Kohlenſäure und kohlenſtoffhaltigem Waſſerſtoffgaſe; allein die Menge der Kohlenſäure nimmt nach und nach ab, und zuletzt geht keine ferner über; die Menge des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſes hingegen bleibt unvermindert*).

Die Chemiſten hielten die Entwickelung dieſer Gasarten für eine Folge der Zerſetzung des in den Kohlen enthaltenen Waſſers, das ſie begierig aus der Athmosphäre einſaugen. Wäre dieſes der Fall, ſo müßte die Menge des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſes in dem Verhältniß wie das kohlenſaure Gas abnehmen, indem der Waſſerſtoff des einen, eben ſo wie der Sauerſtoff des andern, durch die Zerſetzung des Waſſers hergegeben wird. Da aber die Entwickelung des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſes auch dann noch fortdauert, wenn die des kohlenſaurem Gaſes aufgehört hat; ſo kann man kaum bezweifeln, daß der Waſſerſtoff, welcher unter dieſen Umſtänden entweicht, nicht einen Beſtandtheil der Kohle ausmachen ſollte.

Sieht man die Verſuche von Morveau über das Ver-

*) Cruikshank Nicholson's Journal 1802. V, 210.

brennen des Diamanten als entſcheidend an; ſo muß man ſchließen, daß die Kohle ein aus drei Beſtandtheilen, Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzter Körper ſey. Sie iſt demnach eine dreifache Zuſammenſetzung. Dieſe Meinung wird jetzt allgemein von den Chemiſten angenommen; ſelbſt Berthollet, ungeachtet er gegen ſo manche Verbindungen des Kohlenſtoffs Zweifel erregt, räumt die Richtigkeit derſelben ein.

Und präparirte. 2. Wird gewöhnliche Kohle eine Stunde lang in einem verſchloſſenen Schmelztiegel dem heftigſten Feuer einer Schmiedeeſſe ausgeſetzt, ſo hört ſie auf Gas von ſich zu geben; und keine Temperatur iſt hoch genug, um aus einer ſo behandelten Kohle Gas auszutreiben *). Deſormes und Clement waren zu zeigen bemühet, daß durch dieſe Behandlung der Kohle aller Waſſerſtoff entzogen werde. Sie ſchütteten in einem Schmiedefeuer friſch geglühete Kohle, die noch nicht völlig erkaltet war, in die Mitte einer Glasröhre. An jedem Ende der Röhre war eine andre, mit ſalzſaurer Kalkerde gefüllte Röhre, die mit einer Miſchung aus Schnee und Kochſalz umgeben war, befeſtigt. An das eine Ende der Röhren banden ſie eine leere, an das andre eine mit Sauerſtoffgas gefüllte Blaſe. Die Röhre in welcher die Kohle enthalten war, wurde in den Ofen gelegt, und die Kohle zum Glühen gebracht. Ueber die glühende Kohle ließen ſie nach und nach das in der einen Blaſe enthaltene Sauerſtoffgas ſtreichen, welches die Kohle zum Brennen brachte, und ſich in der andern Blaſe als kohlenſaures Gas ſammelte.

Da das Sauerſtoffgas über ſalzſaure Kalkerde gehen

*) Desormes et Clement Ann. de Chim. XXXIX, 29.

mußte, ſo ſetzte es die in ihm enthaltene Feuchtigkeit ab; und die Menge derſelben ließ ſich durch die Gewichtszunahme der ſalzſauren Kalkerde beſtimmen. Enthielte die Kohle Waſſerſtoff, ſo würde während des Verbrennens derſelben Waſſer gebildet worden ſeyn, das ſich mit der zugleich gebildeten Kohlenſäure verbunden hätte. Das Gas würde dieſe Feuchtigkeit, indem es über die am andern Ende der Röhre befindliche ſalzſaure Kalkerde ging, abgeſetzt haben; und die Menge derſelben hätte ſich aus der Gewichtszunahme der ſalzſauren Kalkerde finden laſſen. In beiden Fällen nahm die ſalzſaure Kalkerde um 0,02 Theile am Gewichte zu. Wollte man dieſe Gewichtszunahme auf Rechnung der Bildung des Waſſers ſchreiben, ſo würde der in dieſer geringen Menge Waſſer enthaltene Waſſerſtoff nur $\frac{1}{1500}$ von dem Gewicht der Kohle betragen: eine Menge, die ſo gering iſt, daß man ſie füglich außer Acht laſſen kann *).

Dieſelben Chemiſten verſuchten das Verbrennen der aus mehreren andern Subſtanzen erhaltenen Kohlen, die einem Schmiedefeuer ausgeſetzt worden waren, als Steinkohle; Kohlen aus animaliſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen; und erhielten genau dieſelben Produkte. Hieraus ſchloſſen ſie, daß die Kohle in allen Fällen dieſelbe ſey; wofern ſie nur einer ſehr erhöheten Temperatur ausgeſetzt worden; und daß unter dieſen Umſtänden aller in der gewöhnlichen Kohle enthaltene Waſſerſtoff zerſtört werde.

Allein dieſe Schlüſſe gehen weiter als die Erfahrung, und ſtehen mit den Verſuchen von Cruikſhank im Widerſpruche,

---

*) Ann. de Chim. XLII, 128.

ſpruche, der ſtets in den Gasarten, die er aus Kohlen, in welchem Zuſtande dieſe ſich auch immer befanden, erhielt, Waſſerſtoff als Beſtandtheil antraf. Außerdem hat Berthollet Umſtände angeführt, welche die Genauigkeit dieſer Chemiſten etwas zweifelhaft machen.

Beide enthalten Waſſerſtoff.

3. Dieſes ſind die Thatſachen, welche bis jetzt über die Zuſammenſetznng der Kohle bekannt geworden ſind. Sie berechtigen zu dem Schluſſe, daß es zwei Arten von Kohle gebe, gwöhnliche und präparirte Kohle. Die erſtere enthält drei Beſtandtheile: Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff; der zweiten iſt ein Antheil Waſſerſtoff und Sauerſtoff entzogen. Sie beſtehet vorzüglich aus einer Verbindung des Kohlenſtoffs mit Sauerſtoff; ſie enthält aber auch noch eine geringe Menge Waſſerſtoff, und iſt daher genau genommen kein reines Oxyde der Kohle, ungeachtet ſie ſich dieſem Zuſtande ausnehmend nähert.

II. Von dem Kohlenoxyde.

Geſchichte.

Dieſe Subſtanz welche jetzt den Namen Kohlen Oxyde (carbonic oxide) führt, iſt ein Gas, das mit dem kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſe verwechſelt wurde, bis Prieſtley in einer Abhandlung welche er, um die Lehre des Phlogiſtons zu vertheidigen bekannt machte, die Aufmerkſamkeit der Chemiſten auf daſſelbe lenkte. Dr. Woodhouſe aus Penſylvanien wiederholte und beſtätigte Prieſtley's Verſuche. Die eigentliche Beſchaffenheit dieſes Gaſes wurde aber erſt von Cruikſhank aus Woolwich entdeckt, der ſeine Bemerkungen im Jahre 1802 *) dem Publikum mit-

*) Nicholson's Journal V, 1. et 201.

theilte. Zu eben der Zeit da Cruikſhanks Abhandlung erſchien, zogen die Verſuche von Woodhouſe, von denen er dem National-Inſtitute Nachricht gegeben hatte, die Aufmerkſamkeit deſſelben auf ſich. Guyton Morveau welcher den Auftrag erhalten hatte, einen ausführlichen Bericht abzuſtatten, vermochte Clement und Deſormes ſich mit dieſem Gegenſtande zu beſchäftigen. Dieſe Chemiſten wurden durch ihre Arbeiten auf dieſelben Reſultate geleitet, auf welche ſchon vorher Cruikſhank gekommen war *).

Zu derſelben Zeit beſchäftigte ſich Berthollet mit dieſem Gegenſtande, und glaubte ſich durch ſeine Verſuche zu ganz verſchiedenen Begriffen über die Zuſammenſetzung der Kohle und des Kohlenoxyde berechtigt. Er trug ſeine Meinung in drei tiefgedachten Abhandlungen vor, welche in dem vierten Bande der Schriften des National-Inſtitutes enthalten ſind. In dieſen unterſucht er mit ſeinem gewöhnlichen Scharfſinne, die Verſuche der andern Chemiſten, und beſtreitet die von ihnen daraus gezogenen Folgerungen.

Um dieſelbe Zeit erſchien eine Abhandlung der holländiſchen Chemiſten, in welcher dieſe den Verſuchen aller übrigen Naturforſcher widerſprachen, und behaupteten, daß die wirklichen Reſultate von den bisher angegebenen ganz verſchieden wären **). Der hier gelieferte kurze Abriß der Geſchichte dieſer Unterſuchung zeigt genugſam von der Schwierigkeit derſelben. Es giebt nicht weniger als vier verſchiedene Meinungen, und jede derſelben iſt von Männern von anerkannten Kenntniſſen und erprobter Wahrheitsliebe vorgetragen worden.

---

*) Ann. de Chim. XXXIX, 88. et XLII, 121.

**) Ibid. XLIII, 113.

Bereitung. 1. Man kann das Kohlenoxyde auf vier verſchiedenen Wegen erhalten. Erſtlich: Wird eine Miſchung aus gereinigter Kohle und Zink- oder Eiſenoxyde, oder überhaupt einem Oxyde, welches die Glühhitze vertragen kann, in einer eiſernen Retorte einer ſehr erhöhten Temperatur ausgeſetzt, ſo wird das Oxyde allmählich wieder hergeſtellt, und während der Reduktion eine große Menge Gas entwickelt. Dieſes Gas iſt eine Miſchung aus kohlenſaurem und einem andern Gaſe, welches mit blauer Farbe brennt: dieſem letztern iſt der Name Kohlenoxyde gegeben worden. Man entzieht ihm das beigemiſchte kohlenſaure Gas durch Waſchen mit Kalkwaſſer.

Cruikſhank verſuchte auf dieſe Art die Oxyden des Eiſens, Zinkes, Kupfers, die Bleiglötte, und das ſchwarze Magneſiumoxyde. Aus dieſen Verſuchen gingen folgende Reſultate hervor. Diejenigen Oxyden, welche am leichteſten den Sauerſtoff fahren laſſen, geben die größte Menge Kohlenſäure; diejenigen welche den Sauerſtoff am hartnäckigſten an ſich halten, liefern die größte Menge Kohlenoxyde. Die größte Menge kohlenſaures Gas geht ſtets zu Anfang des Verſuches über; ſie nimmt nach und nach ab, und zuletzt wird nichts als Kohlenoxyde entwickelt *). Die Reſultate, welche Clement und Desormes erhalten haben, kommen faſt gänzlich mit denen von Cruikſhank überein; ſie beſchränkten ihre Verſuche, aber nur allein auf die mit dem weißen Zinkoxyde, ohne die der andern Metalle zu verſuchen. Da ſie bei einem Verſuche ſtatt der Kohle, Graphit nahmen, ſo erhielten ſie dieſelben Reſultate **).

*) Nicholson's Journal 1802. V, 11.

**) Ann. de Chim. XXXIX, 33.

Zweitens. Miſchungen aus einem Theile gereinigter Kohle und drei Theilen kohlenſaurer Kalkerde, oder Strontianerde, oder auch Baryterde, gaben, wenn ſie in einer eiſernen Retorte einem heftigen Feuersgrade ausgeſetzt wurden, dadurch, daß eine Zerſetzung eines Theils des kohlenſauren Gaſes erfolgte, dieſes Gas. Das unter dieſen Umſtänden ſich entwickelnde Gas, iſt eine Miſchung aus ungefähr einem Theile kohlenſauren Gaſe gegen fünf Theile Kohlenoxyde *); es wird demnach ein Theil der in den kohlenſauren Erden enthaltenen Kohlenſäure unverändert abgeſchieden, allein der größte Theil derſelben, wird durch die Einwirkung der Kohle in Kohlenoxyde verwandelt.

Drittens. Erhitzt man eine Miſchung aus gleichen Theilen einer der drei kohlenſauren Erden und reiner Eiſenfeile ſtark in einer eiſernen Retorte, ſo wird die Kohlenſäure gleichfalls durch die Einwirkung des Eiſens zerſetzt, und eine beträchtliche Menge gasförmiges Kohlenoxyde abgeſchieden. Prieſtley machte dieſen Verſuch zuerſt mit dem ſchwarzen Eiſenoxyde und der kohlenſauren Baryterde; da aber Cruikſhank ſtatt des oxydirten, metalliſches Eiſen nahm, ſo erhielt er eine ungleich größere Menge Gas **).

Viertens. Läßt man kohlenſaures Gas langſam und wiederholentlich über zubereitete Kohle, welche in einer porcellanenen oder eiſernen Röhre glühet, ſtreichen, ſo verſchwindet das kohlenſaure Gas, und man findet an ſeiner Stelle Kohlenoxyde. Bei dieſem Verſuche wird die Kohlenſäure durch die Kohle eben ſo wie in den beiden vorher be-

*) Clement et Desormes Ann. de Chim. XXXIX, 45.
**) Nicholson's Journal 1802. V, 4 et 208.

ſchriebenen Verſuchen zerſetzt; es findet hierbei nur der einzige Unterſchied ſtatt, daß die Kohlenſäure ſich in letzterem Falle in einem gasförmigen Zuſtande befindet, während ſie in den beiden vorhergehenden an eine Grundlage gebunden war. Dieſer Verſuch wurde zuerſt von Cruikſhank angeſtellt *), und in der Folge von Clement und Deſormes wiederholt **).

Reinigung deſſelben. 2. Dieſes ſind die verſchiedenen bisher verſuchten Verfahrungsarten Kohlenoxyde zu bereiten. Aus den Verſuchen von Cruikſhank erſieht man, daß man ſich nur des dritten mit Sicherheit bedienen könne, um das Kohlenoxyde rein zu erhalten. Werden gleiche Theile kohlenſaure Kalkerde und Eiſenfeile vorläufig jedes beſonders in verſchloſſenen Gefäßen geglühet, hierauf vermiſcht, und in einer eiſernen Retorte einem heftigen Feuer ausgeſetzt, ſo ſind die ſich entbindenden Gasarten eine Miſchung aus Kohlenſäure und Kohlenoxyde; nimmt man erſtere durch Kalkwaſſer hinweg, ſo bleibt das Kohlenoxyde rein zurück.

Eigenſchaften. 3. Das auf dem angegebenen Wege erhaltene Kohlenoxyde iſt, wie die athmosphäriſche Luft, unſichtbar und elaſtiſch. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt nach Cruikſhank 0,001167; oder es verhält ſich zu dem der athmosphäriſchen Luft wie 22 zu 23. Hundert Kubikzoll derſelben wiegen demnach 30 Gran. Die Verſuche von Clement und Deſormes führen faſt ganz zu denſelben Reſultaten †).

---

*) Nicholson's Journal 1802. V, 209.

**) Ann. de Chim. XXXIX, 46.

†) Nimmt man aus ihren Verſuchen eine Mittelzahl, ſo findet man, daß 100 Kubikzoll (engliſch) 28,7 Gran wiegen. Dieſes Reſultat würde noch genauer mit dem von Cruikſhank erhal-

Thiere, welche man dieſes Gas einathmen läßt, ſterben. Vögel, die Desormes und Clement in daſſelbe brachten, ſtarben, ehe ſie Zeit hatten, dieſelben herauszunehmen; und wenn ſie ſelbſt verſuchten, es einzuathmen, ſo waren Schwindel und Anwandlung von Ohnmacht die Folge *). Auch zur Unterhaltung der Flamme iſt dieſes Gas untauglich.

Die Einwirkung des Lichtes verändert dieſes Gas nicht. Man kann es, ohne daß es Veränderungen erleidet, durch glühende Röhren hindurch gehen laſſen. Clement und Desormes fanden, daß die Wärme es eben ſo, wie athmosphäriſche Luft, ausdehne; was auch zu erwarten war.

Iſt verbrennlich.

4. Das gasförmige Kohlenoxyde iſt verbrennlich. Wird es in einem offenen Gefäße mit einem glühenden oder brennenden Körper in Berührung gebracht, ſo entzündet es ſich, und brennt mit einer blauen leckenden Flamme. Wird es vor dem Entzünden mit athmosphäriſcher Luft vermiſcht, ſo brennt es mit lebhafterem Glanze und raſcher, detonirt aber nicht. Noch lebhafter iſt der Glanz, und raſcher das Verbrennen, wenn ſtatt athmosphäriſcher Luft Sauerſtoffgas genommen wird; allein auch in dieſem Falle findet keine Detonation ſtatt **).

---

tenen ſtimmen, wenn ich die Verſuche mit den leichteſten und unreinſten Gasarten, welche ſie erhalten hatten, bei dieſer Beſtimmung ausgeſchloſſen hätte.

*) Ann. de Chim. XXXIX, 56.

**) Die franzöſiſchen Chemiſten ſprechen von einer Detonation dieſes Gaſes, wenn es mit Sauerſtoff vermiſcht worden. Mit dieſem Namen müſſen ſie ein pfeifendes Geräuſch belegen, welches im Augenblicke des Verbrennens gehört wird, was aber der

Aus Cruikſhank's Verſuchen, welche durch die von Clement und Desormes beſtätigt worden ſind, erſieht man, daß 100 Kubikzoll Kohlenoxyde, wenn ſie gänzlich zerſetzt werden ſollen, vor dem Verbrennen mit 40 Kubikzoll Sauerſtoffgas vermiſcht werden müſſen. Läßt man durch eine Miſchung aus beiden Gasarten, in dem angegebenen Verhältniſſe, den elektriſchen Funken hindurchſchlagen; ſo wird ſie in 92 Kubikzoll kohlenſaures Gas verwandelt. Oder in Gewicht ausgedrückt, 30 Gran Kohlenoxyde erfordern zur Sättigung 13,3 Gran Sauerſtoff; uud die dadurch entſtehende Zuſammenſetzung beträgt 43,3 Gran kohlenſaures Gas. Iſt das Kohlenoxyde nach dem dritten Verfahren bereitet, und iſt es, ehe damit der Verſuch angeſtellt wird, ſo trocken als möglich gemacht worden, ſo wird bei dem Verbrennen kein Waſſer, wenigſtens nicht in bemerklicher Menge, erzeugt.

Wirkung der einfachen brennbaren Stoffe.

5. Auf die einfachen brennbaren Stoffe iſt das gasförmige Kohlenoxyde bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre ohne alle Wirkung; die Wärme verſtärkt dieſe Einwirkung etwas.

Läßt man es durch geſchmolzenen Schwefel hindurchgehen, ſo verbindet es ſich nicht mit demſelben, verändert auch nicht ſeine Eigenſchaften. Auf den Phosphor iſt ſeine Wirkung etwas größer, es löſet eine geringe Menge deſſelben auf und brennt dann mit gelber Flamme. Nach Clement und Desormes nimmt es, wenn man es über glühende Kohlen ſtreichen läßt, einen Theil Kohle auf, wodurch ſein ſpecifi-

---

gewöhnlichen Bedeutung des Wortes der Detonation zufolge, unmöglich ſo genannt werden kann.

ſches Gewicht vermehrt wird. Eben dieſe Chemiſten wollten gefunden haben, daß wenn man eine Miſchung aus Kohlenoxyde und Waſſerſtoffgas durch eine glühende gläſerne Röhre hindurch gehen läßt, Kohle abgeſetzt werde, welche die innern Seiten derſelben mit einem glänzenden Email überziehet; daß Waſſer gebildet werde, und am andern Ende der Röhre dem Anſcheine nach reines Waſſerſtoffgas ſich entwikkele *). Allein Sauſſüre der jüngere, welcher dieſen Verſuch wiederholte, überzeugte ſich, daß die einem Email ähnliche Kohle nichts anders, als die ſchwarze (oder vielmehr bläulichte) Farbe ſey, welche das Flintglas annimmt, wenn es in der Glühhitze mit Waſſerſtoffgas in Berührung iſt; ein Phänomen, welches ſchon früher von Prieſtley bemerkt worden war *). Es iſt auch wirklich äußerſt unwahrſcheinlich, daß der Waſſerſtoff das Kohlenoxyde ſolle zerlegen können; da Sauſſüre gezeigt hat, daß wenn man Kohlenſäure und Waſſerſtoffgas durch eine glühende Röhre hindurchgehen läßt, die gasförmige Säure zerſetzt, und Kohlenſäure gebildet werde; ein Reſultat, welches auch durch die folgenden Verſuche von Clement und Déſormes beſtätigt worden iſt.

Der unverbrennl. Stoffe.

6. Keiner der einfachen unverbrennlichen Stoffe bringt bei den Temperaturen, die bis jetzt verſucht worden ſind, eine Veränderung des Kohlenoxyde zuwege; allein die Wirkung der gasförmigen oxydirten Salzſäure auf daſſelbe iſt äußerſt wichtig und merkwürdig. Die Unterſuchung dieſes Theils des Gegenſtandes rührt allein von Cruikſhank her, welcher den Chemiſten dadurch ein

*) Jour. de Phys. LV, 396.

neues und ſchätzbares Verfahren angegeben hat, die Reinheit und Zuſammenſetzung der brennbaren Gasarten zu unterſuchen.

Wirkung der oxydirten Salzſäure.

Wird eine Flaſche mit einer Miſchung aus zwei Maaß kohlenſaurem Gaſe und $2\frac{2}{3}$ Maaß oxydirt ſalzſaurem Gaſe gefüllt *), hierauf das Gefäß mit einem eingeriebenen Stöpſel verſchloſſen, und 24 Stunden umgekehrt mit ſeiner Mündung unter Queckſilber hingeſtellt; ſo werden, wenn nachmals die Flaſche unter Waſſer geöfnet wird, zwei Drittheil des Gaſes abſorbirt, und beim Schütteln mit Kalkwaſſer wird der Ueberreſt (bis auf $\frac{1}{6}$ eines Maaßes das Stickgas iſt) hinweggenommen **). Hieraus erſieht man, daß dieſe beiden Gasarten bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre auf einander wirken; daß das Kohlenoxyde nach und nach den andern Gasarten Sauerſtoff entziehe, und in kohlenſaures Gas verwandelt werde. Das in dieſem Verſuche zerſetzte oxydirte ſalzſaure Gas wird in Salzſäure verwandelt, die augenblicklich vom Waſſer abſorbirt wird. Es wird demnach durch die wechſelſeitige Einwirkung beider Gasarten, das Ganze in Kohlenſäure und Salzſäure umgeändert.

Cruikſhank fand ferner, daß eine Miſchung aus Kohlenoxyde und oxydirtem ſalzſauren Gaſe, ſich nicht entzünde, und auch nicht verändere, wenn er den elektriſchen Funken durch dieſelbe hindurchſchlagen ließ; daß hingegen, wenn ſtatt des gasförmigen Kohlenoxyde kohlenſtoffhaltiges

*) Es wurde dadurch bereitet, daß Salzſäure auf überoxydirt ſalzſaures Kali gegoſſen wurde.

**) Nicholson's Jour. 1802. V, 205.

Waſſerſtoffgas genommen wurde, augenblicklich eine Exploſion erfolgte. Dieſer Unterſchied im Verhalten, ſetzt uns in Stand kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas, und gasförmiges Kohlenoxyde mit Leichtigkeit von einander zu unterſcheiden *).

Der Metalle. 7. Keiner von den bisher angeſtellten Verſuchen, läßt vermuthen, daß das Kohlenoxyde auf die Metalle wirke; allein Clement und Deſormes wollen dennoch bemerkt haben, daß wenn ſie dieſes Gas heiß über rothes Queckſilberoxyde gehen ließen, eine anfangende Reduktion bemerkbar war. Es iſt auch in der That ſehr wahrſcheinlich, daß es mehrere metalliſche Oxyden, vorzüglich diejenigen, welche ihren Sauerſtoff leicht fahren laſſen, werde reduciren können.

Der Alkalien und Erden. 8. Weder die feuerbeſtändigen Alkalien, noch die Erden wirken auf das Kohlenoxyde, auch das Ammonium verändert daſſelbe nicht, wenn man es in Verbindung mit demſelben durch eine glühende Röhre hindurchſtreichen läßt **).

Zuſammenſetzung. 9. Aus den von dieſer Gasart angeführten Eigenſchaften geht hervor, daß der Kohlenſtoff einen Beſtandtheil derſelben ausmache, denn wenn man ſie in Verbindung mit Sauerſtoff entzündet, ſo liefert ſie als Produkt kohlenſaures Gas. Daß ſie ſich vom kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgaſe unterſcheide, ergiebt ſich aus dem ſpeciſiſchen Gewichte derſelben, aus dem Verhalten mit oxydirter Salzſäure, und aus den beim Verbrennen erhaltenen Reſultaten. Da ſie beim Verbrennen keine merkliche Menge

*) Nicholson's Jour. 1802. V, 207.

**) Clement et Desormes Ann. de Chim. XXXIX, 61.

Waſſer giebt, ſo ſchloß Cruikſhank, und nachher Guyton Morveau, Deſormes und Clement, daß ſie keinen Waſſerſtoff, und keine andre brennbare Subſtanz außer dem Kohlenſtoffe enthalte.

Um gasförmiges Kohlenoxyde zu verbrennen, iſt aber eine weit geringere Menge Sauerſtoff erforderlich, als zum Verbrennen einer gleichen Menge Kohle. Hundert Theile Kohle erfordern zu ihrer Sättignng 257 Theile Sauerſtoff; hingegen 100 Theile Kohlenoxyde nur $45\frac{1}{2}$ Theile, und in beiden Fällen iſt das Produkt Kohlenſäure. Dieſer merkwürdige Unterſchied wird nur dadurch erklärlich, daß man annimmt, das Kohlenſtoffoxyde ſey ſchon mit einem Antheile Sauerſtoff verbunden, und mithin ſey ein geringer Zuſatz des letztern zur Sättigung deſſelben hinreichend. Dieſe Folgerung zog auch Cruikſhank, und man kann unmöglich etwas gegen die Bündigkeit ſeiner Schlüſſe einwenden. Ihnen zufolge iſt dieſes Gas demnach eine Zuſammenſetzung aus Kohlenſtoff und Sauerſtoff; dieſes iſt auch der Grund warum es die Chemiſten Kohlenoxyde genannt haben.

Unter der Vorausſetzung, daß Morveau's Verſuche mit dem Diamanten richtig ſind, und daß die zubereitete Kohle ein Kohlenoxyde iſt, das aus Kohle und Sauerſtoff in den oben angegebenen Verhältniſſen beſtehet, ſo werden ſich, wenn man Cruikſhanks Verſuche zum Grunde legt, die Beſtandtheile dieſes Oxyde folgendermaßen beſtimmen laſſen.

Cruikſhank fand, daß ſich 30 Gran Kohlenoxyde beim Verbrennen mit ungefähr 13,6 Gran Sauerſtoff verbinden, und die dadurch erhaltene Kohlenſäure beträgt un-

gefähr 43,6 Gran. Hieraus folgt, daß 100 Theile Kohlenſäure beſtehen, aus:

69 Kohlenoxyde
31 Sauerſtoff
100.

Allein 100 Theile Kohlenſäure ſind aus 18 Kohlenſtoff und 82 Sauerſtoff zuſammengeſetzt. Folglich ſind

Kohlenſtoff.		Sauerſtoff.		Kohlenoxyde.		Sauerſtoff.
18	+	82	=	69	+	31.

Hieraus folgt, daß 69 Theile Kohlenoxyde aus 18 Kohlenſtoff und 51 Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſind.

Demnach enthalten 100 Theile Kohlenoxyde.

26 Kohlenſtoff
74 Sauerſtoff
100.

Die Kohle beſtehet, aus:

64,3 Kohlenſtoff
35,7 Sauerſtoff
100,0.

Es müſſen ſich alſo die 26 Theile Kohlenſtoff, um Kohle zu bilden, mit 14 Theilen Sauerſtoff verbinden, folglich beſtehet das Kohlenoyyde im Hundert aus:

40 Kohle
60 Sauerſtoff
100.

Kohlenſtoff mit einem Antheil Sauerſtoff bildet alſo Kohle; mit zwei Antheilen verbunden Kohlenoxyde; mit drei Antheilen verbunden Kohlenſäure. Es iſt alſo

Kohlenſtoff. Sauerſtoff.
1,00 + 0,56
= Kohle
1,65 Sauerſtoff Kohlenoxyde
1,56 + 2,27 = 3,83 Sauerſtoff Kohlenſäure.
3,83 + 1,72 = 5,55

Theorie von Berthollet.

Alle dieſe Angaben ſind aber von Berthollet in Zweifel gezogen worden. Nach dieſem, giebt es zwei verſchiedene Arten von brennbarem Gaſe welche Kohlenſtoff enthalten. Die erſte Art beſtehet aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, die zweite aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff. Um beide Arten von einander zu unterſcheiden, nennt er die erſte kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas, die andere oxydirtes kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas. Zu der erſten Art gehören nach ihm die Gasarten, welche man erhält, wenn man Alkohol in Dampfgeſtalt durch eine glühende Röhre ſtreichen läßt; ferner die, welche bei der Deſtillation der Oele, beim Glühen feuchter Kohlen u. ſ. w. ſich entwickeln. Die zweite Art begreift die Gasarten unter ſich, welche erhalten werden, wenn Kohle einer heftigen Hitze ausgeſetzt wird, wenn Zucker deſtillirt wird, ferner das in dieſem Abſchnitte unter dem Namen des Kohlenoxyde beſchriebene Gas u. ſ. w. Es giebt manche Varietäten unter dieſen Gasarten, die ſich durch das Verhältniß der Beſtandtheile von einander unterſcheiden; auch laſſen ſich die zur erſten Art gehörende Gasarten, durch verſchiedene Verfahrungsarten in die der zweiten verwandeln. Er berechnet, daß die Menge des im Kohlenoxyde enthaltenen Waſſerſtoffs $\frac{1}{31}$ des Ganzen betrage.

Dieſe Schlüſſe ſind mit den Verſuchen von Cruikſhank Deſormes und Clement unverträglich, und können ohne

ſehr entſcheidende Beweisgründe nicht eingeräumt werden. Das von Cruikſhank erhaltene Kohlenoxyde, gab, wenn es ſo rein als möglich war, beim Verbrennen mit Sauerſtoff keine bemerkliche Menge Waſſer. Allein Berthollet behauptet, daß in allen Gasarten ein Antheil Waſſer als Beſtandtheil enthalten ſey, und daß alles Waſſer, welches unter dieſen Umſtänden gebildet worden, ſich mit dem kohlenſauren Gaſe vereinige, und dadurch unſichtbar werde. Wollte man auch dieſes zugeben und einräumen, daß in allen Fällen, wo Kohlenoxyde mit Sauerſtoff verbrannt worden, Waſſer gebildet worden ſey, ſo würde dennoch Berthollets Hypotheſe auf einem ſehr ſchwankenden Grunde ſtehen. Denn man ſieht aus den Verſuchen von Cruikſhank, daß, je ſtärker er ſeine Materialien trocknete, um ſo reiner das von ihm erhaltene Gas war, oder daß daſſelbe beim Verbrennen die geringſte Menge Waſſer lieferte. Nahm er ſolche Subſtanzen, die keinen Waſſerſtoff, außer in dem Zuſtande als Waſſer, enthalten konnten (nämlich trocknen Kalk und Eiſen oder Zinn), ſo war das unter dieſen Umſtänden erhaltene Gas am reinſten.

Der Hauptgrund, welchen Berthollet für die Meinung: daß das Kohlenoxyde Waſſerſtoff enthalten müſſe, anführt, iſt ſein geringes ſpecifiſches Gewicht.

Das ſpecifiſche Gewicht des Sauerſtoffgaſes iſt		0,00135.
. . . .	Kohlenoxyde .	0,00116.
. . .	kohlenſauren Gaſes .	0,00180.

Das ſpecifiſche Gewicht des Kohlenſtoffs iſt ohne Zweifel noch größer, als das der drei angeführten Subſtanzen. Wenn ſich nun das Sauerſtoffgas mit der Kohle verbindet, um Kohlenſäure darzuſtellen, ſo ſtehet zu erwarten; daß das

ſpecifiſche Gewicht deſſelben größer werden müſſe, wie dieſes gewöhnlich der Fall iſt. Nun frägt aber Berthollet, wie es möglich ſey, daß ein Zuſatz von Kohlenſtoff das ſpecifiſche Gewicht des Sauerſtoffgaſes vermindern könne, wie doch offenbar der Fall ſeyn müßte, wenn das Kohlenoxyde nur allein aus dieſen beiden Beſtandtheilen zuſammengeſetzt wäre? Ja die Kohlenſäure würde dadurch, daß ſie ſich mit einem neuen Antheile Kohlenſtoff verbindet, nicht allein ein geringeres ſpecifiſches Gewicht als vorher, ſondern ſogar als das Sauerſtoffgas erhalten. Dieſes erklärt Berthollet für unmöglich.

Dieſe Gründe ſind aber nicht hinreichend, Cruikſhanks Folgerungen zu entkräften; denn ähnliche Fälle ſind keinesweges, wie Berthollet glaubt, ungewöhnlich. Chenevix hat gezeigt, daß wenn das Queckſilber deſſen ſpecifiſches Gewicht 13,5 iſt, ſich mit Platin, deſſen ſpecifiſches Gewicht wenigſtens gleich 21 geſetzt werden muß, verbindet, das Metallgemiſche nur ein ſpecifiſches Gewicht gleich 11,5 habe. Ein Fall ähnlicher Art, iſt folgender welchen Davy anführt *).

Das ſpecifiſche Gewicht des Sauerſtoffgaſes iſt	0,00135.
. . . . . . Stickgaſes .	0,00115.
oxydirten Stickgaſes (ſalpetrigen Oxyde) .	0,00197.
. . . . . . Salpetergaſes .	0,00134.

Wird aber Salpetergas in ſalpetriges Oxyde verwandelt, ſo muß ihm ein Antheil Sauerſtoff entzogen werden, dieſes iſt aber der ſchwerſte ſeiner Beſtandtheile, und deſſen ungeachtet wird eben dadurch ſein ſpecifiſches Gewicht ver-

*) Journal of the Royal Institution I, 317.

mehrt. Dieſe Amomalie iſt eben ſo groß, als diejenige, welche Berthollet für an und für ſich unmöglich erklärt.

Zweiter Abſchnitt.

Vom Waſſer.

Der Waſſerſtoff unterſcheidet ſich dadurch von allen übrigen brennbaren Körpern, daß er ſich nur mit einem Antheile Sauerſtoff verbindet, und eine Zuſammenſetzung darſtellt, welcher die Eigenſchaften der Säuren gänzlich fehlen; die demnach zu den Oxyden gezählt werden muß. Dieſe Zuſammenſetzung iſt das Waſſer.

Dieſe allgemein bekannte Flüſſigkeit, wird an allen Orten auf unſerem Erdboden in Menge angetroffen, und iſt zur Erhaltung der animaliſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen unumgänglich erforderlich. Das reine Waſſer (welches nur durch Deſtillation dargeſtellt werden kann) iſt durchſichtig, farbenlos, ohne Geruch und Geſchmack.

Gewicht. 1. Da wegen der Leichtigkeit mit welcher ſich dieſe Flüſſigkeit rein darſtellen läßt, ſie bei der Beſtimmung des Gewichtes andrer Körper, als Einheit angenommen worden iſt, durch welche das eigenthümliche Gewicht jedes andern Körpers ausgedrückt wird, ſo war es von der äußerſten Wichtigkeit, das Gewicht derſelben mit der größten Genauigkeit zu beſtimmen. Hierbei tritt aber der Umſtand ein, daß die Dichte derſelben nach Verſchiedenheit der Temperatur verſchieden iſt. Bei der Temperatur von $42\frac{1}{2}°$ iſt die Dichte des Waſſers ein Maximum, und bei einer Aenderung von zwei bis drei Grad unter oder über dieſer Temperatur, iſt die Veränderung der Dichte kaum merklich.

Nun

Nun geht aus den Verſuchen von Lefevre Gineau, die mit der größten Genauigkeit angeſtellt worden ſind, um das Gewicht des Millegrams zu beſtimmen, hervor, daß bei einer Temperatur von 46° ein franzöſiſcher Kubikzoll Waſſer 70 Pfund 223 Gran nach franzöſiſchem Gewichte = 529452,9492 Gran Troy Gewicht wiege *). Dem zufolge wiegt bei derſelben Temperatur ein engliſcher Kubikfuß Waſſer 437102,4946 Gran Troy Gew., oder 999,0914161 Unzen Avoirdüpois. Nach den Verſuchen des Profeſſor Robiſon zu Edinburg wiegt ein Kubikfuß Waſſer bei der Temperatur von 55° 998,74 Unzen Avoirdüpois, von denen jede gleich 437,6 Gran Troy Gewicht gerechnet wird, oder nur 1,26 Unzen weniger als 1000 Avoirdüpois Unzen, ſo daß Regenwaſſer bei derſelben Temperatur nahe 1000 Unzen wiegen wird.

Das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers wird ſtets gleich 1,000 geſetzt, und als Einheit zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes andrer Körper angenommen.

Eis. 2. Wird Waſſer auf die Temperatur von 32° gebracht, ſo geht es in den Zuſtand des Eiſes über. Erfolgt das Gefrieren ſehr langſam, ſo nimmt das Eis die Geſtalt kryſtalliniſcher Nadeln an, die wie Mairan bemerkt hat, einander unter Winkeln von 60° bis 120° durchkreutzen; und man hat es oft in beträchtlich großen Kryſtallen von beſtimmter Figur erhalten. Wird Eis einer Temperatur die weit unter 32° iſt, ausgeſetzt, ſo wird es ausnehmend hart, und kann zu einem feinen Pulver geſtoßen werden. Es iſt elaſtiſch. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt geringer als das des Waſſers.

---

*) Jour. de Phys, XLIX, 171.

Waſſerdampf Wird Waſſer bis zu einer Temperatur von 212° erhitzt, ſo kocht es, und wird nach und nach in Dampf verwandelt. Der Waſſerdampf iſt eine wie die Luft unſichtbare Flüſſigkeit, die aber ein geringeres ſpecifiſches Gewicht hat. Er nimmt ungefähr einen 1800 Mal ſo großen Raum als das Waſſer ein, aus welchem er gebildet wurde. Seine Elaſticität iſt ſo groß, daß er, wenn er eingeſchloſſen wird, die heftigſten Wirkungen hervorbringt. Auf dieſer Eigenſchaft deſſelben beruhet die Einrichtung der Dampfmaſchinen.

Die Erſcheinungen, welche beim Kochen des Waſſers wahrgenommen werden, rühren von der ſchnellen Bildung des Waſſerdampfes, die auf dem Boden des Gefäßes erfolgt, her. Die Temperatur, bei welcher das Waſſer anfängt zu ſieden, iſt nach Verſchiedenheit des Druckes der Athmosphäre verſchieden. Im luftleeren Raume kocht es bei einer Temperatur von 70°; in dem Papinianiſchen Digeſtor kann man es beinahe zum Glühen bringen, ehe es zu kochen anfängt. Durch Vermiſchung mit verſchiedenen Salzen wird der Siedpunkt beträchtlich verändert. Achard hat ſehr viele Verſuche über dieſen Gegenſtand angeſtellt, wovon nachſtehende Tabelle die Reſultate enthält*).

Der Siedpunkt wird durch die Salze verändert

Erſte Klaſſe. Salze, welche keine Veränderung in Anſehung des Siedpunktes hervorbringen.

Schwefelſaures Kupfer.

Zweite Klaſſe. Salze, welche durch ihre Beimiſchung den Siedpunkt des Waſſers erhöhen.

---

*) Mem. de Berlin 1785.

Eine geſättigte Auflöſung des	Kochſalzes . . .	Erhob den Siedpunkt um	10,35°
	Schwefelſauren Natrum		5, 6
	Schwefelſauren Kali		6, 9
	Salpeterſauren Kali		3, 5
	(der) Boraxſäure .		2, 2
	Kohlenſaures Natrum		2,35.

Dieſe Vermehrung iſt nach Verſchiedenheit der Menge des aufgelöſten Salzes verſchieden. Im allgemeinen fällt ſie um ſo größer aus, je näher die Auflöſung dem Sättigungspunkte rückt.

Dritte Klaſſe. Salze, welche durch ihre Beimiſchung machen, daß der Siedpunkt bei einer niedrigeren Temperatur ſtatt findet.

		Erniedrigen den Siedpunkt um
Borax	In geringer Menge . .	1,350°
	Bei Sättigung der Auflöſung	0,22.
Schwefelſaure Bittererde	In geringer Menge . .	2,47
	Bei Sättigung der Auflöſung	1,1.
Alaun	In geringer Menge . .	0,0
	In größerer Menge . .	0,7
	Bei Sättigung der Auflöſung	0,0.
Schwefelſaure Kalkerde	in beliebigem Verhältniſſe	2,02
Schwefelſaures Zink		0,45
Schwefelſaures Eiſen		0,22
Eſſigſaures Blei		1,24.

Vierte Klaſſe.

Salzſaures Ammonium	Eine geringe Menge erniedrigt den Siedpunkt um . .	0,45
	Bei Sättigung der Auflöſung erhebt es den Siedpunkt um	9,79.

		Erniedrigen den Siedpunkt um
Kohlenſaures Kali.	Eine geringe Menge erniedrigt den Siedpunkt um . .	0,45
	Bei Sättigung der Auflöſung erhebt es den Siedpunkt um .	11,2.

Man glaubte ſonſt, daß das Waſſer ſich nicht zuſammendrücken laſſe, allein Canton hat das Gegentheil bewieſen. Der Abt Mongez ſtellte ungleich ſpäter als Canton über denſelben Gegenſtand Verſuche an, und erhielt ähnliche Reſultate.

Wirkung der Wärme. 4. Läßt man Waſſer durch eine glühende Röhre hindurch gehen, ſo wird es nicht verändert. Die Hitze an und für ſich ſcheint daſſelbe nicht zerſetzen zu können, auch ſcheint das Licht ohne Wirkung darauf zu ſeyn.

Abſorbirt Luft. 5. Es beſitzt die Eigenſchaft, athmosphäriſche Luft zu abſorbiren, und es hält, wenn es der Einwirkung derſelben ausgeſetzt war, einen Theil davon zurück. Die größte Menge dieſer Luft entweicht beim Kochen des Waſſers, daß aber unter dieſen Umſtänden nicht alle Luft entweiche, hat Prieſtley durch Verſuche dargethan, auch kann man ſie gänzlich nur mit großen Schwierigkeiten abſcheiden. Von der Gegenwart der Luft rührt der angenehme Geſchmack des Waſſers her; daher kommt es, daß gekochtes Waſſer dem Gaumen ſo wenig behagt. Das Sauerſtoffgas wird, wie Scheele zuerſt gezeigt hat, vom Waſſer noch begieriger als die athmosphäriſche Luft eingeſogen, und faſt in derſelben Menge als die athmosphäriſche Luft.

Wie ſich die Luft von demſelben abſcheiden läßt. Drießen hat gezeigt, daß, wenn man das Waſſer gänzlich von Luft frei machen will, man

es wenigſtens zwei Stunden lang kochen, und dann in einer wohlverſtopften Flaſche, die mit ihrer Mündung in Queckſilber getaucht worden, aufbewahren müſſe. Wird es, nachdem es auf die angegebene Art gereinigt worden, auch noch ſo kurze Zeit der Luft ausgeſetzt, ſo abſorbirt es augenblicklich etwas von derſelben; dieſes dient zum Beweiſe, daß eine ſehr nahe Verwandſchaft zwiſchen beiden Flüſſigkeiten ſtatt findet *). Dieſer Naturforſcher hat folgendes Verfahren angegeben, um zu prüfen, ob Waſſer völlig frei von Luft ſey. Man färbt das Waſſer mit Lackmus-Tinktur blau, füllt damit eine Flaſche an, welche man mit ihrer Mündung unter Waſſer bringt, und läßt in ſie reines Salpetergas treten, bis ungefähr $\frac{1}{20}$ der Flaſche damit angefüllt iſt. Enthält das Waſſer Luft, ſo wird ſich ein Theil des Salpetergaſes mit dem Sauerſtoff der Luft verbinden, und dadurch in Salpeterſäure verwandelt werden; dieſe wird die Lackmus-Tinktur röthen. Auch die Menge der im Waſſer enthaltenen Luft läßt ſich aus der Menge Ammonium finden, die erforderlich iſt, um die blaue Farbe der Lackmus-Tinktur wieder herzuſtellen. Behält die Lackmus-Tinktur die blaue Farbe, ſo kann man verſichert ſeyn, daß das geprüfte Waſſer keine beträchtliche Menge Luft enthalte **).

Wirkung der einfachen brennbaren Stoffe.

6. Das Waſſer äußert in der Kälte keine merkliche Einwirkung auf die einfachen brennbaren Körper, und verbindet ſich auch nicht mit ihnen. Der Schwefel und der Waſſerſtoff verändern daſſelbe ſelbſt bei der Glühhitze nicht, allein die Kohle zerlegt es bei dieſer Tempe-

---

*) Phil. Magaz. 1803. XV, 252.

**) Ibid.

ratur. Noch hat man die Wirkung, die der Phosphor auf daſſelbe bei der Glühhitze ausübt, nicht verſucht.

Der Metalle. 7. Verſchiedene Metalle werden durch das Waſſer nicht verändert, andre zerlegen daſſelbe, und werden zu gleicher Zeit in Oxyden verwandelt. Die Wirkung der Metalle auf dieſe Flüſſigkeit, iſt übrigens ſchon an andern Orten angeführt worden.

Der Alkalien und Erden. 8. Das Waſſer löſt die Alkalien und alkaliſchen Erden auf, die andern Erden ſind in demſelben unauflöslich. Es verbindet ſich auch mit den Säuren: überhaupt mit einer großen Menge von Subſtanzen; denn alle diejenigen, welche in demſelben auflöslich ſind, gehen mit ihm eine chemiſche Verbindung ein.

Verwandſchaft. 9. Die Verwandſchaft des Waſſers gegen andre Körper iſt ohne Zweifel ſehr verſchieden, ungeachtet es an Mitteln fehlt, dieſe Unterſchiede, außer bei denen Körpern, welche gar keine, oder eine äußerſt geringe Verwandſchaft gegen daſſelbe haben, aufzufinden und ſelbſt bei letzteren gelingt es nur bei wenigen. Das Oxyde des Stickgaſes z. B. ſcheidet die athmosphäriſche Luft aus dem Waſſer aus, und das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas und das kohlenſaure Gas ſcheiden das Oxyde des Stickgaſes ab. Hieraus erſieht man, daß die Verwandſchaften dieſer Subſtanzen gegen das Waſſer folgendermaßen angegeben werden müſſen.

Kohlenſaures Gas.
Schwefelhaltiges Waſſerſtoffgas.
Oxyde des Stickgaſes.
Athmosphäriſche Luft.

10. Alle Gasarten ſind gewöhnlich mit einer gewiſſen Menge Waſſer verbunden, die oft einen beträchtlichen Theil

ihres Gewichtes ausmacht. Ein Theil dieſes Waſſers kann den Gasarten dadurch entzogen werden, daß man ſie mit ſolchen Subſtanzen in Berührung bringt, die eine große Verwandſchaft zu demſelben haben, wie z. B. mit trockenem Kali; allein ein Theil hängt denſelben ſo hartnäckig an, daß er vielleicht durch kein bekanntes Mittel ihnen entzogen werden kann.

Meinungen über die Natur des Waſſers.

11. Die Alten hielten das Waſſer für eines der vier Elemente aus welchen ſie alle Körper zuſammengeſetzt glaubten. Hippokrates glaubte, das Waſſer ſey diejenige Subſtanz, welche Pflanzen und Thiere ernähret und erhält. Die Meinung, daß das Waſſer ein unveränderliches Element ſey, war bis auf Van Helmonts Zeiten die herrſchende; der Pflanzen in reinem Waſſer zum Wachſen brachte. Aus dieſen Verſuchen ſchloß man, daß ſich das Waſſer in alle in den Pflanzen enthaltenen Stoffe verwandeln laſſe. Boyle der in einem hermetiſch verſiegelten Glaſe reines Waſſer ein Jahr lang digerirte, erhielt einen Theil erdigter Schuppen; und ſchloß hieraus, daß das Waſſer zum Theil in Erde verwandelt worden ſey *). Er erhielt dieſelbe Erde als er Waſſer in einem dünnen gläſernen Gefäße über langſamem Feuer deſtillirte **). Marggraf wiederholte den Verſuch, fand dieſelben Reſultate, und machte dieſelbe Folgerung. Die Meinung dieſer Naturforſcher wurde aber keinesweges allgemein angenommen. Der letzte welcher ſie vertheidigte, iſt wahrſcheinlich Waſelton, der ſeine Verſuche über dieſen Gegenſtand im Journal de Physique vom Jahre 1773 bekannt machte.

Lavoiſier hatte im Jahre 1773 gezeigt, daß die glä-

*) Shaw's Boyle III, 417. **) Ibid. I, 267.

ſernen Gefäße, in welchen die Deſtillation angeſtellt worden war, genau ſo viel am Gewicht verloren, als die erhaltene Erde wog. Hieraus folgt unwiderſprechlich, daß dieſe Erde, welche Kieſelerde war, von der Zerſetzung der Gefäße herrühre; denn das Glas enthält eine beträchtliche Menge derſelben. In der Folge zeigte Prieſtley, daß, wenn Waſſer bei einer hohen Temperatur lange Zeit auf die Oberfläche des Glaſes wirkt, es daſſelbe zerſetze.

Geſchichte der Entdeckung der Beſtandtheile des Waſſers.

Jetzt weiß man, daß das Waſſer ein Oxyde des Waſſerſtoffs, oder eine Zuſammenſetzung aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff iſt. Da dieſe Entdeckung eine faſt durchgängig veränderte Anſicht der chemiſchen Erſcheinungen hervorgebracht hat, indem durch ſie eine Menge von Phänomenen, welche bis dahin unerklärbar waren, ſich erklären laſſen, ſo wird es nöthig ſeyn, hier die Schritte bemerkbar zu machen, welche nach und nach zu dieſer Entdeckung führten.

Der erſte welcher unterſuchte, was beim Verbrennen des Waſſerſtoffgaſes erfolgte, war Scheele. Er ſchloß aus ſeinen Verſuchen, daß während des Verbrennens ſich der Waſſerſtoff mit dem Sauerſtoffe verbinde, und daß das Produkt Wärme ſey.

Im Jahre 1776 entzündete Macquer in Geſellſchaft von Sigaud de la Fond das in einer Flaſche enthaltene Sauerſtoffgas, und hielt eine Pfanne über die Flamme, um zu ſehen ob ſich Ruß anſetzen werde. Die Pfanne blieb ungeſchwärzt, nur fanden ſie dieſelbe mit Tropfen einer klaren Flüſſigkeit bedeckt, welche ſich bei der Unterſuchung wie reines Waſſer verhielt *).

*) Macquers chem. Wörterbuch. B. II. S. 810.

Das darauf folgende Jahr verpufften Bucquet und Lavoiſier eine Miſchung aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, und unterſuchten das daraus gebildete Produkt, über deſſen Beſchaffenheit ſie im Voraus mehrere Vermuthungen gemacht hatten. Bucquet erwartete, daß daſſelbe kohlenſaures Gas ſeyn würde; Lavoiſier hingegen vermuthete, daß ſie Schwefelſäure oder ſchweflichte Säure erhalten würden. Was das Produkt ſey, blieb ununterſucht; allein ſie überzeugten ſich, daß es keine Kohlenſäure, mithin Bucquets Hypotheſe ohne Grund ſey *).

Zu Anfang des Jahres 1781 entzündete Warltire auf Bitte von Prieſtley in einem kupfernen Gefäße eine Miſchung aus beiden Gasarten, und fand nachher das Gewicht des Ganzen verringert. Prieſtley hatte vorher in der Gegenwart von Warltire denſelben Verſuch in einem gläſernen Gefäße angeſtellt. Dieſes Gefäß wurde auf der inwendigen Seite feucht, und überzog ſich mit einer rußigen Subſtanz **), von der Prieſtley in der Folge vermuthete, daß ſie von dem Queckſilber, deſſen er ſich zur Füllung der Gefäße bedient hatte, herrühre ***).

Im Sommer des Jahres 1781 entzündete Cavendish der von Prieſtley's und Warltire's Verſuchen gehört hatte, 500000 Gran Maaß Waſſerſtoffgas, die er mit ungefähr $2\frac{1}{2}$mal dieſer Menge athmosphäriſcher Luft vermiſchte, und erhielt 135 Gran reines Waſſer. Er verbrannte bei einem andern Verſuche 19500 Granmaaß Sauerſtoffgas und

*) Mem. Par. 1781. p. 470.

**) Priestley V, 395.

***) Phil. Trans. LXXIV, 332.

37000 Granmaaß Waſſerſtoffgas, und erhielt 30 Gran Waſſer, dem etwas Salpeterſäure beigemiſcht war. Aus dieſen Verſuchen ſchloß er, daß das Waſſer ein zuſammengeſetzter Körper ſey.

Cavendish muß demnach als der eigentliche Entdecker von der Zuſammenſetzung des Waſſers angeſehen werden. Er war der erſte, welcher zeigte, daß durch Entzündung einer Miſchung aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas Waſſer hervorgebracht werde, und welcher die richtigen Folgerungen aus dieſer Erſcheinung zog. Auch Watt leitete ganz richtige Folgerungen aus den Verſuchen von Prieſtley und Warltire ab, und ſtellte ſelbſt mehrere Verſuche an, um dieſen Gegenſtand zur Gewißheit zu bringen, ehe noch Cavendish ſeine Erfahrungen bekannt gemacht hatte. Er wurde aber durch einige Verſuche von Prieſtley, die mit ſeinen Reſultaten im Widerſpruche zu ſtehen ſchienen, abgehalten, ſeine Verſuche bekannt zu machen *). Er hat demnach gleichfalls Anſprüche auf dieſe Entdeckung, Anſprüche, welche übrigens den Verdienſten von Cavendish keinen Eintrag thun, indem er nichts von den Verſuchen und Folgerungen jenes Naturforſchers wußte.

Unterdeſſen machte Lavoiſier, der vermuthete, daß durch Detonation von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas Schwefelſäure oder ſchweflichte Säure gebildet werde, im Winter von 1781 bis 1782 in Geſellſchaft von Gingembre Verſuche über dieſen Gegenſtand. Sie füllten eine Flaſche die ſechs franzöſiſche Pinten hielt mit Waſſerſtoffgas, entzündeten daſſelbe, und ſchütteten ehe ſie dieſelbe zupfropften,

*) Phil. Trans. LXXV, 330.

zwei Unzeu (franz.) Kalkwaſſer hinein. Durch den Kork ging eine kupferne Röhre, durch welche ein Strom von Sauerſtoffgas in die Flaſche geleitet wurde, um das Verbrennen zu unterhalten. Ungeachtet ſie dieſen Verſuch dreimal wiederholten, und anſtatt des Kalkwaſſers eine ſchwache Auflöſung von reinem Kali, oder auch reines Waſſer in die Flaſche brachten, ſo konnten ſie doch kein durch das Verbrennen erhaltenes Produkt wahrnehmen *). Lavoiſier wurde durch dieſes Reſultat ausnehmend überraſcht; er nahm ſich daher vor, dieſen Verſuch mehr im Großen, und mit mehrerer Genauigkeit anzuſtellen. Mit Hülfe von Röhren, welche mit Hähnen verſehen waren, war er im Stande beide Gasarten, ſo wie ſie mangelten, zuzuleiten, dadurch konnte er das Verbrennen ſo lange als es ihm beliebte, fortſetzen.

Der Verſuch wurde im Jahre 1783 am 24ten Junius von Lavoiſier und La Place in Gegenwart von le Roi, Vandermonde, mehreren andern Akademiſten, und von Blagden angeſtellt. Letzterer benachrichtigte die Geſellſchaft, daß Cavendish ſchon früher dieſe Arbeit unternommen, und Waſſer erhalten habe **). Das Verbrennen wurde ſo lange fortgeſetzt, bis der Vorrath an Gas gänzlich erſchöpft war. Das Reſultat des Verſuches waren 295 Gran Waſſer, welches bei der ſtrengſten Unterſuchung vollkommen rein gefunden wurde. Aus dieſem Verſuche ſchloß Lavoiſier, daß das Waſſer aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſey. Monge ſtellte bald darauf dieſelben Ver-

*) Mem. Par. 1781. p. 470.

**) Ibid. p. 472.

ſuche an, und erhielt ein ähnliches Reſultat, er wurde hierauf wieder von Lavoiſier und Meusnier ſo ſehr im Groſsen wiederholt, daß auch nicht der mindeſte Zweifel in Rückſicht der erhaltenen Reſultate blieb *).

Beweiſe. Der Beweis, daß das Waſſer eine Zuſammenſetzung aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſey, iſt der, daß wenn eine Miſchung aus beiden Gasarten in dem erforderlichen Verhältniſſe entzündet wird, die Gasarten gänzlich verſchwinden, und an ihrer Stelle eine Menge reines Waſſer angetroffen werde, deren Gewicht mit dem der verſchwundenen Gasarten ſo genau ſtimmt, als es irgend bei Verſuchen die ſo fein ſind, erwartet werden kann.

Das Waſſerſtoffgas wird bei dieſen Verſuchen aus dem gläſernen Gefäße in welchem es enthalten iſt, vermittelſt einer Röhre die einen Hahn hat, langſam in eine Glaskugel welche mit Sauerſtoff angefüllt iſt, geleitet. Man entzündet es am Ende der Röhre entweder vermittelſt eines electriſchen Funkens, oder durch Phosphor, und es fährt fort ſo lange zu brennen, bis alles verzehrt iſt.

Durch eine ähnliche Vorrichtung wie bei dem Waſſerſtoffgaſe kann aus einem andern Gefäße, wenn es nöthig ſeyn ſollte, auch Sauerſtoffgas zugeleitet werden. Das gebildete Waſſer verdichtet ſich in der gläſernen Kugel. Man muß ſehr viele Sorgfalt anwenden, um damit die Gasarten gehörig rein ſind, und damit das Gewicht derſelben ſo wie die Beſchaffenheit des nach dem Verbrennen als Rückſtand bleibenden Gaſes genau beſtimmt werden. In Rückſicht dieſer Punkte verweiſe ich aber auf die Nachricht von den Verſuchen ſelbſt

*) Mem. Par. 1781. p. 474.

die von den franzöſiſchen Chemiſten in den Jahrbüchern der Akademie gegeben worden iſt.

Derjenige Verſuch welchen man für den genaueſten halten kann, wurde im Jahre 1790 von Seguin, Fourcroy und Vauquelin angeſtellt *). Das Gewicht der zu dieſem Verſuche angewandten Gasarten betrug

	Gran Troy Gewicht.
Waſſerſtoffgas . . .	862,178
Sauerſtoffgas . . .	5296,659
Stickgas	151,402 **).
Summe	6310,239.

Das erhaltene Waſſer wog 5943,798 Gran Troy Gewicht, oder 12 Unzen 7 Drachmen, 15,798 Gran. Es war völlig frei von Säure, und kam in allen Eigenſchaften mit reinem Waſſer überein. Sein ſpecifiſches Gewicht verhielt ſich zu dem des deſtillirten Waſſers wie 18671 zu 18670; oder faſt wie 1,000053 zu 1.

Der in dem Gefäße nach dem Verbrennen befindliche gasförmige Rückſtand betrug 382,465 Gran Troy Gewicht, bei damit vorgenommener Prüfung fand man in demſelben folgende Beſtandtheile:

	Gran Troy Gewichte.
Stickgas . . .	170,258
Kohlenſaures Gas . .	23,306
Sauerſtoffgas . .	188,371
Waſſerſtoffgas . . .	0,530
Summe	382,465.

*) Ann. de Chim. VIII, 225.

**) Dieſes Gas rührte theils davon her, daß das Sauerſtoff-

	Gran Troy Gewicht.
Es betrug demnach das Gewicht, ſämmtlicher Gasarten	6310,239
Das des erhaltenen Waſſers, nebſt dem des gebliebenen Rückſtandes . .	6326,263
Unterſchied beider Größen	16,021.

Es ſind demnach 16,024 Gran mehr erhalten, als angewendet worden. Dieſes nähert ſich der völligen Uebereinſtimmung ſo ſehr, als ſich irgend bei einem Verſuche der Art erwarten läßt. Die Gegenwart des geringen Ueberſchuſſes an Stickgas nach dem Verbrennen läßt ſich nur dadurch erklären, daß man annimmt, es ſey während des Verſuches etwas athmosphäriſche Luft in die Gefäße eingedrungen.

Da die größte Sorgfalt angewendet worden war, um die Beimiſchung von kohlenſaurem Gaſe zu verhindern, ſo muß der nach dem Verbrennen gefundene Antheil während des Verſuches gebildet worden ſeyn. Es war mithin unter den Beſtandtheilen etwas Kohle vorhanden. Da nun der Zink oft Kohle enthält, und das Waſſerſtoffgas die Eigenſchaft beſitzt, Kohle aufzulöſen; ſo iſt ſie wahrſcheinlich auf dieſem Wege unter die Beſtandtheile gebracht worden. Die im Rückſtande befindliche Kohlenſäure wog 23,306 Gran, dieſe beſtehen nach Lavoiſiers Berechnung aus 8,958 Gran Kohle und 14,348 Gran Sauerſtoff.

Zieht man dieſe 8,958 Gran Kohle und die 0,530 Gran Waſſerſtoff, welche in dem Gefäß zurück blieben, von der ganzen Menge des Waſſerſtoffs ab, ſo blieben 852,690 Gr. Waſſerſtoff, welche bei dieſem Verſuche verzehrt worden ſind.

---

gas nicht vollkommen rein war, theils davon, daß nicht alle athmosphäriſche Luft abgehalten werden konnte.

Zieht man die 14,348 Gran Sauerſtoff, welche zur Bildung des kohlenſauren Gaſes verwendet wurden, und die im Rückſtande befindlichen 188,371 Gran Sauerſtoff ab, ſo beträgt die Menge des verbrauchten Sauerſtoffgaſes 5093,940 Gran.

	Gran Troy Gewicht.
Die Menge des verbrauchten Waſſerſtoffs betrug	852,690
. . . . Sauerſtoffs .	5093,940
Summe	5946,630.
Die Menge des erhaltenen Waſſers war .	5943,798
Letzteres betrug dem Gewichte nach weniger als die verbrauchten Gasarten .	2,832.

Man kann unmöglich die genaue Uebereinſtimmung im Gewichte des erhaltenen Waſſers und der bei dem Verſuche verbrauchten Gasarten erklären, wenn man nicht annimmt, daß letztere die Beſtandtheile des erſten ſind.

Prieſtley hingegen, welcher über dieſen Gegenſtand eine beträchtliche Menge von Verſuchen angeſtellt hat, zog hieraus eine ganz verſchiedene Folgerung; und glaubte beweiſen zu können, daß durch das Verbrennen beider Gasarten Salpeterſäure gebildet werde. Dieſe Theorie wurde von Keir angenommen, oder vielmehr veranlaßt, und mit vielem Scharfſinne vertheidigt.

Ich will die Verſuche Prieſtley's über dieſen Gegenſtand unterſuchen *), und prüfen, ob die daraus gezogenen Schlüſſe folgerecht ſind. Die Gasarten wurden in kupfernen Gefäßen verbrannt. Er fand ſtets, daß die Menge des erhaltenen Waſſers weniger betrug, als die, der zum Ver-

*) Phil. Trans. 1788.

ſuche verbrauchten Gasarten, und daß außerdem eine beträchtliche Menge Salpeterſäure gebildet wurde. Der Verſuch, welcher mit der größten Menge Gas angeſtellt wurde und aus dem er ſeine Folgerungen ableitete, gab folgende Reſultate.

Es würden 442 Gran Flüſſigkeit erhalten; dieſe wurde von Keir unterſucht. Sie hatte eine grüne Farbe, und beſtand aus Waſſer und ſalpeterſaurem Kupfer, außerdem waren aus ihr 72 Gran braunes Kupferoxyde niedergefallen. Keir fand, daß die Menge der erhaltenen Salpeterſäure $\frac{1}{20}$ von der Menge des zum Verſuche verwandten Sauerſtoffgaſes betrug. In dieſem Falle war demnach ein Theil Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas gänzlich verſchwunden. Was iſt aus dieſen geworden? Prieſtley antwortet, ſie haben ſich mit einander verbunden, und dadurch iſt Salpeterſäure gebildet worden. Allein die Menge der erhaltenen Salpeterſäure beträgt nur $\frac{1}{20}$ vom Gewichte derſelben; deſſen ungeachtet behauptet Prieſtley, daß ſie allen in den Gasarten befindlichen Sauerſtoff und Waſſerſtoff enthalte, und daß was an dem Gewichte fehle, von einem Antheile Waſſer herrühre, welcher von den Gasarten aufgelöſt worden. Das Sauerſtoffgas (denn das Waſſerſtoffgas ſoll ganz außer Acht gelaſſen werden, weil Prieſtley es nicht in Rechnung brachte) iſt demnach aus einem Theile Salpeterſäure und 19 Theilen Waſſer zuſammengeſetzt. Wodurch läßt ſich dieſes beweiſen? Prieſtley verſichert durch Verſuche gefunden zu haben, daß die Hälfte des kohlenſauren Gaſes aus reinem Waſſer beſtehe. Zugegeben dieſes ſey ſo, ſo kann daraus doch unmöglich gefolgert werden, daß das Sauerſtoff-

erſtoff-

erſtoffgas aus $\frac{17}{20}$ Waſſer, oder faſt gänzlich aus Waſſer beſtehe.

Es iſt alſo ganz unmöglich in Prieſtley's Verſuchen, wenn man auch ſeinen ſcharfſinnigen Vorausſetzungen und Vermuthungen alle Stärke einräumt, einen befriedigenden Grund für das Verſchwinden beider Gasarten und das Vorkommen des Waſſers aufzufinden; es ſey denn, daß man annehme, daß letzteres aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt ſey. Erwägt man ferner, daß das Sauerſtoffgas faſt nie frei von aller Beimiſchung von Stickgas dargeſtellt werden kann, und daß das Sauerſtoffgas deſſen ſich Prieſtley zu ſeinen Verſuchen bediente, entweder aus dem rothen Bleyoxyde, oder dem ſchwarzen Magneſiumoxyde, oder dem rothen Queckſilberoxyde, mithin aus Subſtanzen, die ſtets eine beträchtliche Menge Stickſtoff enthalten, entbunden worden war; ſo wird man, da durch die überzeugendſten Verſuche dargethan worden, daß die Salpeterſäure eine Verbindung aus Stickſtoff und Sauerſtoff iſt, die Entſtehung dieſer Säure ſehr begreiflich finden. Bedient man ſich hingegen, wie in dem Verſuche von Seguin eines Sauerſtoffgaſes, das ganz frei von Stickgas iſt, ſo zeigt das erhaltene Waſſer keine Spur von Salpeterſäure.

Statt daß demnach durch Prieſtley's Verſuche die Lehre von der Zuſammenſetzung des Waſſers widerlegt, und der Satz feſtgeſtellt wird, daß Salpeterſäure eine Zuſammenſetzung aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſey, wird dadurch vielmehr das Gegentheil beſtätigt. Einen ſehr merkwürdigen Umſtand lernen wir übrigens aus Prieſtley's Verſuchen, daß die Gegenwart des Kupfers die Menge der Salpeterſäure, die unter dieſen Umſtänden gebildet wird, vermehre.

Der Beweis für die Zuſammenſetzung des Waſſers durch Verbrennen einer Miſchung aus Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas, wird dadurch noch überzeugender, wenn man den Verſuch umkehrt. Läßt man elektriſche Funken durch Waſſer gehen, ſo wird ein Theil deſſelben zerſetzt, und in Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas verwandelt.

Van Trooſtwyck, Dieman und Cuthberſon füllten eine dünne Glasröhre, welche $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, und 12 Zoll lang war, mit deſtillirtem Waſſer. Das eine Ende der Röhre war zugeſchmolzen worden, allein im Augenblick des Zuſchmelzens wurde ein dünner Golddrath in die Röhre gebracht. Ein andrer Drath war in das offene Ende der Röhre geſteckt worden, und konnte dem erſten Drathe genähert, und von ihm entfernt werden. Mit Hülfe dieſer Dräthe ließen ſie eine große Menge elektriſcher Funken durch das Waſſer hindurchgehen. Bei jedem Funken zeigten ſich zahlreiche Luftbläschen, welche ſich im obern Theile der Röhre ſammelten. War die dadurch gebildete Luftſäule ſo weit verlängert worden, daß der elektriſche Funke durch ſie hindurchging, ſo erfolgte eine Exploſion, und die Luftſäule verſchwand gänzlich; ſie muß demnach aus einer Miſchung Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas beſtanden haben, und dieſe Gasarten müſſen durch Zerſetzung des Waſſers gebildet worden ſeyn. Da jene Chemiſten das Waſſer vorher luftleer gemacht, auch mit der größten Sorgfalt den Zutritt der athmosphäriſchen Luft abgehalten hatten; ferner die Menge der ſich erzeugenden Luft im Verfolge des Verſuches eher zunahm, als abnahm, ſo kann die Entſtehung der Gasarten unmöglich von der im Waſſer aufgelöſten athmosphäriſchen Luft abgeleitet werden; auch würde athmosphäriſche Luft nicht de-

tonirt, und einen ſo geringen Rückſtand, der nicht mehr als $\frac{1}{80}$ des Ganzen betrug, gelaſſen haben. Auch dem Einwurfe, daß der elektriſche Funke beigetragen habe, Waſſerſtoffgas zu bilden, begegneten ſie dadurch, daß ſie ihn durch Schwefelſäure und Salpeterſäure hindurchgehen ließen, wo ſie dann nicht Waſſerſtoffgas, ſondern Sauerſtoffgas erhielten *).

Dieſe Verſuche ſind in der Folge von Pearſon in Verbindung mit Cuthberſon wiederholt worden. Er brachte mit Hülfe der Elektricität eine beträchtliche Menge Gas aus dem Waſſer hervor, das bei der Vermiſchung mit Salpetergas in ſeinem Volumen vermindert wurde, und die Bildung von Salpeterſäure veranlaßte. Es muß demnach der Sauerſtoff einen Beſtandtheil deſſelben ausgemacht haben. Wurde der Rückſtand mit Sauerſtoffgas vermiſcht, ſo erfolgte beim Durchgange des elektriſchen Funkens durch die Miſchung, eine Verminderung des Volumens; eben ſo, als wie wenn Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas mit einander vermiſcht wurden. Es muß folglich auch der Waſſerſtoff einen Beſtandtheil des erhaltenen Gaſes ausgemacht haben. Ließ man durch das aus dem Waſſer erhaltene Gas, einen elektriſchen Funken hindurchgehen; ſo verſchwand es, indem es wahrſcheinlich in Waſſer verwandelt wurde **).

Dieſes ſind die Verſuche, durch welche die Beſtandtheile des Waſſers ausgemittelt worden ſind. Betrachtet man ſie aufmerkſam, und vergleicht man ſie mit einer großen Anzahl andrer chemiſchen Erſcheinungen, die alle zur Beſtätigung

---

*) Jour. de Phys. XXXV, 369.
**) Nicholson's Journal I, 242.

derſelben beitragen; ſo muß man, meiner Ueberzeugung zufolge, einräumen, daß kaum irgend ein anderes chemiſches Faktum aufgeſtellt werden kann, das durch ſo überzeugende Gründe unterſtützt wird. Es giebt zwar einige galvaniſche Erſcheinungen, die damit nicht ganz verträglich ſcheinen; allein die Natur dieſer ſonderbaren Kraft iſt bis jetzt noch zu unvollkommen gekannt, als daß man auch nur eine Vermuthung über dieſelben mit Sicherheit wagen könnte.

Dritter Abſchnitt.

Vom Oxyde des Stickſtoffs.

Es ſind jetzt nur noch die Zuſammenſetzungen zu betrachten übrig, welche der Stickſtoff mit dem Sauerſtoffe darſtellt; denn die Verbindungen der Salzſäure mit dem Sauerſtoffe ſind ſtets als Säuren betrachtet worden. Der Stickſtoff bildet mit dem Sauerſtoffe zwei Zuſammenſetzungen, die Prieſtley beide entdeckt hat. Sie laſſen ſich nur in einem gasförmigen Zuſtande darſtellen, daher iſt die erſte: gasförmiges ſalpetriges Oxyde, oxydirtes Stickgas (nitrous oxide-gas); die andre, gasförmiges Salpeteroxyde, Salpetergas (nitric oxide-gas), genannt worden.

I. Gasförmiges ſalpetriges Oxyde, oder auch oxydirtes Stickgas.

Geſchichte. Das oxydirte Stickgas wurde von Prieſtl. im Jahre 1776 entdeckt, und von ihm dephlogiſtiſirtes Salpetergas genannt. Die holländiſchen Chemiſten unterſuchten es im Jahre 1793, und zeigten, daß es eine Zu-

ſammenſetzung aus Stickſtoff und Sauerſtoff ſey *). Die vollſtändigere Kenntniß der Eigenſchaften deſſelben, verdanken wir aber Herrn Davy der im Jahre 1800 eine vortreffliche Abhandlung darüber bekannt gemacht hat. Er nannte daſſelbe ſalpetriges Oxyde (nitrous oxide) **).

Bereitung. 1. Es läßt ſich durch folgende Verfahrungsarten bereiten. Man ſetzt kryſtalliſirtes ſalpeterſaures Ammonium in einer Retorte, vermittelſt eines Lampenfeuers einer Hitze aus, die nicht unter 340°, nicht über 500° iſt. Es ſchmilzt bald, und wird zerſetzt, wobei ſich eine beträchtliche Menge Gas entwickelt, das zur Mündung der Retorte herausdringt, und in gläſernen Gefäßen auf die gewöhnliche Art aufgefangen werden kann. Dieſes Gas iſt das oxydirte Stickgas. Dieſes Verfahren daſſelbe zu bereiten iſt zuerſt von Berthollet angegeben, nachher aber von Davy ſehr vereinfacht worden †).

Eigenſchaften. 2. Das auf dem beſchriebenen Wege erhaltene oxydirte Stickgas, beſitzt alle mechaniſche Eigenſchaften der Luft; es iſt aber ungleich ſchwerer als die atmosphäriſche Luft, indem ſein ſpecifiſches Gewicht nach Davy's Beſtimmung 0,00197 beträgt; ſich folglich zu dem der atmosphäriſchen Luft wie 5 zu 3 verhält ††). Hundert Kubikzoll deſſelben wiegen 50,2 Gran.

---

*) Jour. de Phys. XLII, 323.

**) Researches concerning chiefly nitrous oxide.

†) Prouſt hat die ſehr richtige Bemerkung gemacht; daß dasjenige Gas, welches zu Anfang des Proceſſes übergehet, ſich etwas vom oxydirten Stickgas unterſcheide, doch aber kein Salpetergas ſey.

††) Davy's Researches pag. 94.

Es iſt fähig das Verbrennen zu unterhalten. In dieſer Rückſicht übertrifft es die atmosphäriſche Luft, und nähert ſich dem Sauerſtoffe. Ein Licht brennt in demſelben mit glänzender Flamme, und praſſelndem Geräuſche. Kein brennbarer Körper brennt aber in demſelben eher, als bis er in den Zuſtand des Glühens verſetzt worden.

Prieſtley und die holländiſchen Chemiſten behaupteten, daß es ſich nicht einathmen laſſe; allein ſie unterſuchten es nicht im Zuſtande der Reinheit *). Davy verſichert, daß man es mehrere Minuten lang ohne nachtheilige Folgen einathmen könne. Die Gefühle, welche das Einathmen deſſelben hervorbringt, ähneln denen der Trunkenheit; allein es folgt darauf nicht der Zuſtand von Schwäche und Erſchöpfung, der ſtets die Trunkenheit begleitet **).

*) Prieſtley fand bei einem Verſuche, daß eine Maus daſſelbe fünf Minuten lang ohne Beſchwerde einathmete. In dieſem Verſuche ſcheint er mit einem ſehr reinen oxydirten Stickgas gearbeitet zu haben.

**) Davy beſchreibt die Wirkungen, welche es auf ihn hatte, folgendermaßen. „Nachdem ich meine Naſenlöcher verſchloſſen, und meine Lungen geleert hatte, athmete ich vier Quart oxydirtes Stickgas aus einem und in einen ſeidenen Beutel. Die erſten Gefühle ähnelten denen in dem letzten Verſuche (Schwindel); allein da ich das Einathmen dieſes Gaſes fortſetzte, ſo verminderten ſie ſich in weniger als einer halben Minute nach und nach, und es folgte darauf eine Empfindung, die einem leiſen Drucke auf die Muskeln ähnelte, und zugleich mit einem angenehmen Kitzel im Oberleibe und den Extremitäten vergeſellſchaftet war. Die mich umgebenden Gegenſtände erſchienen mir glänzend, und mein Gehör war ſchärfer. Gegen das Ende des Einathmens nahm die kitzelnde Empfindung zu, und das Gefühl der Muskelkraft wurde größer. Zuletzt überfiel mich ein unwiderſtehlicher Hang, mich zu bewegen und thätig zu ſeyn. Nur unvoll-

Man kann es nicht länger als vier Minuten einathmen, weil ſonſt der willkührliche Gebrauch der Kräfte aufhört. Sperrt man Thiere in dieſes Gas ein, ſo gaben ſie anfänglich keine Zeichen von Unbehaglichkeit; allein ſie verfallen bald in eine Raſtloſigkeit, und ſterben, wenn ſie nicht in kurzer Zeit herausgenommen werden. Hieraus geht hervor, daß ungeachtet dieſes Gas ſich einathmen läßt, es doch in einem mindern Grade als athmosphäriſche Luft und Sauerſtoffgas reſpirabel iſt *).

Wirkung des Waſſers. 3. Das oxydirte Stickgas wird wie Prieſtley gezeigt hat, begierig vom Waſſer abſorbirt; durch Schütteln kann man die Abſorbtion noch vermehren. Das Waſſer abſorbirt von dieſem Gas 0,54 Theile dem Volumen, 0,27 Theile dem Gewichte nach. Es nimmt einen ſüßlichen Geſchmack an; unterſcheidet ſich aber in ſeinen übrigen Eigenſchaften nicht merklich von gemeinem Waſſer. Durch Kochen läßt ſich das abſorbirte Gas unverändert austreiben **). Wenn dieſe Gasart vom Waſſer eingeſogen wird, ſo verdrängt ſie die im Waſſer befindliche athmosphäriſche

---

kommen bin ich mir deſſen, was darauf folgte, bewußt; daß weiß ich, daß meine Bewegungen mannigfaltig und heftig waren.

Dieſe Wirkungen ließen, nachdem ich dieſes Gas einzuathmen aufhörte, bald nach. In zehn Minuten war der natürliche Zuſtand meines Gemüthes wieder hergeſtellt. Der Kitzel in den Extremitäten dauerte länger als irgend eine andere Empfindung." Davy's Researches pag 457. „Dieſes Gas iſt von mehreren eingeathmet worden, und faſt jeder fühlte daſſelbe; doch brachte es bei wenigen gar keine, bei andern eine ſchmerzhafte Empfindung zuwege."

*) Davy's Researches pag. 94.

**) Priestley II, 81.

Luft aus der Stelle. Hieraus läßt ſich das Daſeyn eines Antheils athmosphäriſcher Luft erklären, der wenn dieſes Gas einige Zeit mit einer hinreichenden Menge Waſſer in Berührung war, ſtets in demſelben angetroffen wird *).

4. Die Einwirkung des Lichtes, und auch eine Temperatur, welche niedriger als die Glühhitze iſt, verändern dieſes Gas nicht. Läßt man es aber durch eine glühende porcellanene Röhre hindurchgehen; oder läßt man elektriſche Funken durch daſſelbe ſchlagen; ſo wird es zerſetzt, und in Salpeterſäure und athmosphäriſche Luft verwandelt **).

5. Zwiſchen dieſem Gas und der athmosphäriſchen Luft oder dem Sauerſtoffgaſe, findet keine Einwirkung ſtatt.

Wirkung der einfachen brennbaren Stoffe.

6. Der Schwefel wird bei der gewöhnlichen Temperatur der Athmosphäre von dieſer Gasart nicht verändert. Bringt man entzündeten, mit einer blauen Flamme brennenden Schwefel in daſſelbe; ſo verliſcht er augenblicklich, der mit einer weißen Flamme brennende Schwefel hingegen, fährt einige Zeit fort mit lebhaftem Glanze, und mit einer ſchön rothen Flamme zu brennen. Die Produkte ſind Schwefelſäure und Stickgas. Nachdem ungefähr die Hälfte des oxydirten Stickgaſes zerſetzt worden, erliſcht der Schwefel ***).

Der Phosphor läßt ſich in dieſem Gaſe ſchmelzen und ſublimiren, ohne verändert zu werden. Auch dann, wenn er mit einem rothglühenden Drathe berührt wird, entzündet

*) Davy p. 89.
**) Priestley II, 91. et Davy Researches p. 279.
***) Davy Researches p. 303.

er ſich nicht; wird hingegen der Drath weißglühend gemacht, ſo brennt oder vielmehr detonirte er, mit ausnehmender Heftigkeit. Die Produkte ſind Stickgas, Phosphorſäure und Salpeterſäure: ein Theil des Oxyde bleibt unzerſetzt *).

Kohle welche in dieſes Gas eingeſchloſſen worden, läßt ſich durch ein Brennglas entzünden. Sie fährt fort mit lebhaftem Glanze zu brennen, bis ungefähr die Hälfte des Gaſes verzehrt worden iſt. Die Produkte ſind kohlenſaures Gas und Stickgas **).

Eine Miſchung aus Waſſerſtoffgaſe und oxydirtem Stickgaſe detonirt, wenn man ſie der Glühhitze ausſetzt, oder den elektriſchen Funken durch ſie hindurchgehen läßt, heftig mit einer rothen Flamme. Iſt die Miſchung aus faſt gleichen Theilen von beiden Gasarten gemacht worden, ſo ſind die Produkte Waſſer und Stickſtoff; iſt die Menge des Waſſerſtoffgaſes nur gering, ſo wird auch Salpeterſäure gebildet †).

Auch das ſchwefelhaltige, phosphorhaltige und kohlenſtoffhaltige Waſſerſtoffgas brennen, wenn ſie mit oxydirtem Stickgaſe gemiſcht, einer ſtarken Glühhitze ausgeſetzt werden. Die Produkte ſind nach dem Verhältniſſe in welchem beide Gasarten gemiſcht werden, verſchieden.

7. Weder der Stickſtoff, noch die Salzſäure ſcheinen eine ausgezeichnete Wirkung auf dieſes Gas zu haben.

Wirkung auf die Metalle.

8. Auf einige Metalle wirkt es bei einer hohen Temperatur äußerſt lebhaft. Ein Eiſen-

*) Davy Researches pag. 303.
**) Ibid. pag. 311.
†) Priestley II, 83., Davy Researches p. 286.

drath brennt z. B. in ihr mit eben dem Glanze, wie im Sauerſtoffgaſe: doch dauert das Verbrennen nur ſehr kurze Zeit. Das Eiſen wird in ſchwarzes Eiſenoxyde verwandelt; ein Theil des oxydirten Stickgaſes wird zerſetzt, ſein Stickſtoff entwickelt, während ſich ſein Sauerſtoff mit dem Eiſen verbindet *). Das Zink wird auf ähnliche Art oxydirt **). Die Wirkung deſſelben auf andre Metalle iſt noch nicht unterſucht worden.

9. Das oxydirte Stickgas verbindet ſich mit den Alkalien, und bildet Salze von eigenthümlicher Beſchaffenheit. Die Entdeckung dieſer Zuſammenſetzungen verdanken wir dem Scharfſinne von Davy. Werden die Alkalien dem oxydirten Stickſtoffe im gasförmigen Zuſtande ausgeſetzt; ſo findet keine Verbindung ſtatt; bringt man aber beide in dem Augenblicke da dieſes Gas gebildet wird, in Berührung; ſo erfolgt die Verbindung zwiſchen beiden leicht. Da dieſe Verbindungen bis jetzt noch keinen Namen erhalten haben, ſo könnte man ſie ſtickſtoffhaltige Verbindungen (azotites) nennen, bis eine beſſere Bezeichnung dafür gefunden worden *).

Das ſtickſtoffhaltige Kali läßt ſich folgendermaßen bereiten. Salpetergas (von dem in der Folge geredet werden wird) wird mit kryſtalliſirtem ſchweflichtſaurem Kali **) in Berührung gebracht. Dadurch verliert es nach

*) Priestley II, 86. **) Davy Researches p. 317.

*) Davy hat vorgeſchlagen, dieſe Verbindungen Nitroxys zu nennen, allein gegen dieſe Bezeichnung läßt ſich einwenden, daß ſie den Regeln, die bei der Bildung der chemiſchen Terminologie befolgt werden, entgegen ſey.

**) Kali mit ſchweflichter Säure verbunden. Dieſes Salz hat eine ſehr ſtarke Verwandſchaft zum Sauerſtoff; es abſorbirt

und nach einen Theil ſeines Sauerſtoffs, und wird in oxydirtes Stickgas verwandelt. Vermiſcht man fein gepulvertes ſchweflichtſaures Kali mit Kali; und ſetzt man die Miſchung eine geraume Zeit der Einwirkung einer beträchtlichen Menge oxydirten Stickgaſes aus; ſo wird das Salz faſt gänzlich in ſchwefelſaures Kali verwandelt, während das oxydirte Stickgas, ſo wie es gebildet wird, ſich mit dem freien Kali verbindet. Dem zufolge wird das Salz in ſchwefelſaures und in ſtickſtoffhaltiges Kali verwandelt. Das ſchwefelſaure Kali läßt ſich durch Auflöſen, Verdunſten und Kryſtalliſiren bei einer niedern Temperatur abſcheiden.

Das ſtickſtoffhaltige Kali ſchießt in unregelmäßigen Kryſtallen an. Es beſtehet aus ungefähr drei Theilen Kali und einem Theile oxydirten Stickgaſe. Es iſt in Waſſer auflöslich, hat einen kauſtiſchen, eigenthümlich ſtechenden Geſchmack. Blaue Pflanzenfarben werden davon grün gefärbt. Gepulverte Kohle, die damit vermiſcht und dann entzündet wird, brennt mit ſchwachem Funkenwerfen. Wirft man es in ſchmelzendes Zink, ſo erfolgt eine ſchwache Entzündung. Alle Säuren, ſelbſt die Kohlenſäure, ſcheinen das oxydirte Stickgas vom Kali trennen zu können *). Die übrigen Eigenſchaften dieſes Salzes ſind noch nicht unterſucht worden.

Das ſtickſtoffhaltige Natrum läßt ſich auf ähnliche Art darſtellen, und ſcheint ſich in Anſehung ſeiner Eigen-

---

denſelben aus dem oxydirten Stickgaſe, und wird in ſchwefelſaures Kali verwandelt. Dadurch wird der Uebergang des Salpetergaſes in oxydirtes Stickgas bewirkt.

*) Davy Researches p. 262.

ſchaften dem ſtickſtoffhaltigen Kali zu nähern. Das oxydirte Stickgas wird bei einer Temperatur zwiſchen 400° und 500° ausgetrieben. Es hat einen ſchärfern Geſchmack als das ſtickſtoffhaltige Kali, und ſcheint eine geringere Menge oxydirtes Stickgas zu enthalten **).

Die Verbindung des oxydirten Stickgaſes mit den Erden und dem Ammonium wollte Davy nicht gelingen; allein er macht es wahrſcheinlich, daß dieſe Verbindungen ſtatt finden können.

Zuſammenſetzung. 10. Aus der Beſchreibung der Eigenſchaften des oxydirten Stickgaſes, die ſo eben geliefert worden iſt, geht hervor, daß es das Verbrennen befördert, folglich muß in ihm der Sauerſtoff in eben dem Zuſtande wie in andern Feuerträgern enthalten ſeyn. Daß der andere Beſtandtheil deſſelben Stickſtoff ſey, läßt ſich nicht bezweifeln; indem ſtets, wenn dieſes Gas zerſetzt wird, Stickſtoff oder Salpeterſäure entwickelt wird. Die Verſuche von Davy zeigen ferner, daß außer den genannten keine andere Beſtandtheile in dieſem Gaſe enthalten ſind. Dieſer Naturforſcher fand, daß 39 Maaß oxydirtes Stickgas 40 Maaß Waſſerſtoffgas ſättigen können, und daß nach dem Verbrennen 41 Maaß Stickgas übrig bleiben. Es erfordern aber 40 Maaß Waſſerſtoff zu ihrer Sättigung 20,8 Maaß Sauerſtoff *). Hieraus würde folgen, daß wenn die Beſtandtheile des oxydirten Stickgaſes mit einander gemengt, nicht aber chemiſch verbunden wären, ſie ein um ein Drittheil größeres Volumen einnehmen würden. Denn die 40 Maaß oxydirtes Stickgas würden ſich

---

**) Davy's Researches pag. 268.

*) Ibid. p. 291.

in 20,8 Maaß Sauerſtoffgas, und 40 Stickgas *) zerfallen laſſen. Allein 20,8 Kubikzoll Sauerſtoffgas wiegen ungefähr 7 Gran, und 40 Kubikzoll Stickgas ungefähr 12 Gran. Hieraus folgt, daß das oxydirte Stickgas dem Gewichte nach aus 7 Theilen Sauerſtoff und 12 Theilen Stickſtoff beſtehe, folglich in 100 Theilen, aus:

63 Stickſtoff
37 Sauerſtoff
———
100.

Dieſe Beſtimmung trifft ſehr wohl mit dem ſpecifiſchen Gewichte des oxydirten Stickgaſes überein. Iſt das hier angegebene Verhältniß richtig; ſo müſſen 39 Kubikzoll oxydirtes Stickgas 19 Gran wiegen; ſie wiegen aber wirklich 19,66 Gran. Das Verhältniß der Beſtandtheile welches die holländiſchen Chemiſten gefunden haben, weicht von den Reſultaten welche Davy bei ſeinen Verſuchen erhielt, nur wenig ab.

Noch kennt man die Natur dieſer ſonderbaren Verbindung nicht vollſtändig. Davy hat ein ſehr intereſſantes Feld für die Unterſuchung eröffnet, das, wenn es weiter bearbeitet wird, ſehr merkwürdige Aufſchlüſſe über das Verbrennen hoffen läßt: eine Operation die inniger mit dem Stickſtoffe und ſeinen Zuſammenſetzungen verwebt zu ſeyn ſcheint, als man bisher vermuthet hat.

II. Vom Salpetergaſe oder dem Salpeteroxyde.

Das Salpetergas welches richtiger Salpeteroxyde genannt werden ſollte, wurde zufällig von Hales entdeckt, allein ſeine Natur und Eigenſchaften wurden erſt

*) Ich habe das eine Maaß ausgelaſſen, weil die Gasarten nicht vollkommen rein waren.

durch Prieſtley genauer unterſucht. Die Abhandlung in welcher er ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigt, gehört zu den erſten Verſuchen dieſes Naturforſchers, das damals unbekannte Gebiet der pneumatiſchen Chemie aufzuklären. Da die Erſcheinungen welche dieſe gasförmige Subſtanz darbietet, aufs innigſte mit den wichtigſten Unterſuchungen der Chemie verwebt ſind; ſo ſind die Eigenſchaften derſelben mit der größten Sorgfalt unterſucht worden, und ſie hat die Aufmerkſamkeit jedes ausgezeichneten Chemiſten auf ſich gezogen.

Bereitung. 1. Man kann dieſes Gas durch folgendes Verfahren darſtellen. Es wird Kupferfeile in einer gläſernen Retorte mit verdünnter Salpeterſäure übergoſſen. Das Metall wird ſchnell mit lebhaftem Aufbrauſen aufgelöſt, zu gleicher Zeit dringt eine beträchtliche Menge Gas zur Mündung der Retorte heraus, das in gläſernen Gefäßen aufgefangen werden kann. Dieſes Gas iſt Salpetergas.

Eigenſchaften. 1. Wenn es rein iſt, ſo iſt es undurchſichtig wie atmosphäriſche Luft, mit der es auch in Anſehung der mechaniſchen Eigenſchaften übereinkommt. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt nach Kirwan 0,001458 *); nach Davy 0,001343 **). Die letzte Angabe iſt wohl die richtigere, da Davy bei ſeinen Verſuchen ein richtigeres Reſultat als Kirwan erhalten konnte. Das Salpetergas verhält ſich in Anſehung des Gewichtes zu dem der atmosphäriſchen Luft wie 34 zu 31. Hundert Kubikzoll deſſelben wiegen 34,26 Gran.

Das Salpetergas äußert auf die Thiere eine höchſt nach-

---

*) On Phlogiston pag. 28.

**) Davy's Researches pag.

theilige Wirkung, und verurſacht, wenn es eingeathmet wird, augenblickliches Erſticken.

Unterhält das Verbrennen. Die meiſten brennenden Körper erlöſchen in dieſem Gaſe. Ein Licht verlöſcht z. B. in dem Augenblicke, da es in Salpetergas getaucht wird; daſſelbe findet bei dem Schwefel ſelbſt dann ſtatt, wenn er vorher mit einer weißen Flamme brennt. Es kann aber doch, wie Prieſtley und Davy bei ihren Verſuchen fanden, das Verbrennen verſchiedener Körper unterhalten. Wird Hombergſcher Pyrophor in Salpetergas gebracht *), ſo entzündet er ſich eben ſo von ſelbſt, wie in athmosphäriſcher Luft. Auch Phosphor, der brennend in dieſes Gas getaucht wird, brennt mit eben dem lebhaften Glanze, wie im Sauerſtoffgaſe **).

Wirkung der Luft. 4. Miſcht man Salpetergas und athmosphäriſche Luft zuſammen, ſo nimmt die Miſchung augenblicklich eine gelbe Farbe an; es entwickelt ſich Wärmeſtoff, und das Volumen beider Gasarten wird beträchtlich vermindert. Werden die Gasarten über Queckſilber gemiſcht, ſo erfolgt die Verminderung des Volumens langſam; über Waſſer hingegen ſchnell. Hat die Verminderung ihr Maximum erreicht, ſo wird die Miſchung vollkommen durchſichtig. Die gelbe Farbe rührt von einem Antheile ſalpetriger Säure her, welcher gebildet worden iſt, und die Verminderung des Volumens von der nach und nach erfolgenden Abſorbtion und Verdichtung dieſer Säure. Was alsdann noch im Rückſtan-

*) Dieſe Subſtanz ſoll in der Folge beſchrieben werden. Der verbrennliche Theil derſelben iſt Schwefel und Kohle.

**) Davy's Researches p. 134.

de gefunden wird, iſt Stickgas. Die Urſache dieſer merkwürdigen Erſcheinung fällt in die Augen. Das Salpetergas verbindet ſich mit dem Sauerſtoffe der athmosphäriſchen Luft, und bildet ſalpetrige Säure, welche verdichtet wird, während der Stickſtoff der athmosphäriſchen Luft im gasförmigen Zuſtande zurückbleibt.

Miſcht man demnach gleiche Theile Salpetergas und athmosphäriſche Luft zuſammen, ſo ſtehet die Verminderung des Volumens ſtets mit der Menge des in derſelben enthaltenen Sauerſtoffgaſes im Verhältniß; und ſo dienet das Salpetergas überhaupt dazu, das Verhältniß dieſer Subſtanz in irgend einer Gasart auszumitteln. Dieſelbe Erſcheinung findet ſtatt, wenn man Salpetergas und Sauerſtoffgas vermiſcht; allein dann iſt die Verminderung des Volumens ungleich beträchtlicher. Ja ſie würde, ohne einen Rückſtand zu laſſen, ſtatt finden, wenn beide Gasarten vollkommen rein wären, und in den erforderlichen Verhältniſſen vermiſcht würden.

Läßt man elektriſche Funken durch das Salpetergas hindurchgehen, ſo wird es zerſetzt, und in ſalpetrige Säure verwandelt.

Wird vom Waſſer abſorbirt. 5. Das Waſſer ſaugt das Salpetergas begierig ein. Aus einem Verſuche von Davy geht hervor, daß hundert Kubikzoll Waſſer, die mit athmosphäriſcher Luft vereinigt worden, bei der gewöhnlichen Temperatur 11,8 Kubikzoll Salpetergas einſaugen. Prieſtley's Angabe ſtimmt hiermit ſehr gut, der die Menge des abſorbirten Stickgaſes auf $\frac{1}{10}$ vom Volumen des Waſſers ſetzt. Dieſe Auflöſung hat keinen eigenthümlichen Geſchmack, und röthet die blauen Pflanzenfarben nicht. Wird ſie gekocht, ſo entweicht

weicht das Salpetergas *); daſſelbe findet ſtatt, wenn man ſie frieren läßt **).

Wirkung der brennbaren Stoffe. 6. Der Phosphor und die Kohle, und wahrſcheinlich auch der Schwefel, zerſetzen bei einer hohen Temperatur das Salpetergas. Dieſe Subſtanzen verbinden ſich mit dem Sauerſtoffe des Gaſes, und werden dadurch in Säuren verwandelt, und der Stickſtoff deſſelben wird frei.

Wird es mit Waſſerſtoffgas vermiſcht, ſo brennt es mit einer grünen Flamme. Läßt man durch eine Miſchung aus dieſen beiden Gasarten den elektriſchen Funken ſchlagen, ſo wird ſie nicht entzündet: nach Fourcroy detonirt dieſe Miſchung, wenn man ſie durch eine glühende porcellanene Röhre hindurchgehen läßt, es wird Waſſer gebildet, und Stickgas entwickelt ***).

Der unverbrennlichen. 7. Das Salpetergas äußert ſelbſt bei der Mitwirkung der Hitze auf das Stickgas keine Einwirkung; auch auf die Salzſäure wirkt es nicht.

Der Metalle. 8. Mehrere Metalle zerſetzen daſſelbe, vorzüglich wenn ſie einer erhöheten Temperatur ausgeſetzt werden. Dieß iſt vorzüglich der Fall beim Eiſen. Prieſtley ſchloß einige Zeitlang eiſerne Nägel in Salpetergas ein; das Gas wurde in oxydirtes Stickgas verwandelt, und wahrſcheinlich abſorbirte alſo das Eiſen einen Theil des im Gaſe enthaltenen Sauerſtoffs †). Dieſer Verſuch leitete Prieſtley auf

---

*) Davy Researches p. 143.
**) Priestley I, 407.
***) Fourcroy Syst. de Conn. Chim. II, 91.
†) Priestley II, 54.

die Entdeckung des oxydirten Stickgaſes. Wird das Eiſen vermittelſt eines Brennglaſes in dieſem Medium zum Glühen gebracht, ſo wird letzteres gänzlich zerſetzt, es wird dem Salpetergaſe aller Sauerſtoff entzogen, und es bleibt nur Stickgas zurück *).

Wird vom ſchwefelſauren Eiſen abſorbirt.

9. Prieſtley machte auch die Bemerkung, daß das Salpetergas vom grünen ſchwefelſauren Eiſen abſorbirt werde; eine Eigenſchaft die man benutzt, um die Reinheit deſſelben zu prüfen. Zu dem Ende ſetzt man eine beſtimmte Menge Salpetergas in einem verſchloſſenen Gefäße der Einwirkung des grünen ſchwefelſaurem Eiſens aus. Das zurückbleibende Gas, welches nicht abſorbirt wurde, zeigt die Menge fremdartiger Subſtanzen an, mit welchen das Gas verunreinigt war.

Davy hat gezeigt, daß alle Salze, in welchen das grüne Eiſenoxyde als Beſtandtheil enthalten iſt, dieſelbe Eigenſchaft beſitzen, und daß ſie das Salpetergas unverändert abſorbiren. Die größte Menge des abſorbirten Gaſes, kann durch Einwirkung der Wärme wieder ausgetrieben werden. Mehrere andre metalliſchen Salze beſitzen dieſelben Eigenſchaften **).

Wird in oxydirtes Stickgas verwandelt.

10. Durch folgende Körper wird das Salpetergas in oxydirtes Stickgas verwandelt, durch:

1. Die ſchweflichtſauren Alkalien.
2. Die ſchwefelwaſſerſtoffhaltigen Zuſammenſetzungen.
3. Das ſalzſaure Zinn.
4. Das ſchwefelhaltige Waſſerſtoffgas.

---

*) Priestley II, 38.

**) Davy Researches p. 179.

5. Durch Eiſen und Zinkfeile, die mit Waſſer angefeuchtet worden.

Um dieſe Wirkung hervorzubringen, bringt man dieſe Subſtanzen in mit Salpetergas angefüllte Gefäße, und läßt ſie eine bis zwei Wochen in dieſem Zuſtande. Dieſe Subſtanzen verbinden ſich nach und nach mit einem Theile des Sauerſtoffs, und werden in Oxyden oder Salze verwandelt *).

11. Das Salpetergas wird von alkaliſchen Auflöſungen abſorbirt; allein die bisherigen Verſuche laſſen es noch unausgemacht, ob es ſich wie das oxydirte Stickgas mit den Alkalien und Erden zu Salzen verbinde.

Zuſammenſetzung. 12. Da ſich das Salpetergas dadurch, daß es ſich mit Sauerſtoff verbindet, in Salpeterſäure verwandeln läßt: ſo muß der Stickſtoff einen Beſtandtheil deſſelben ausmachen; und die Eigenſchaft, welche mehrere Körper beſitzen, demſelben Sauerſtoff zu entziehen, und es in oxydirtes Stickgas zu verwandeln, iſt ein Beweis, daß der andre Beſtandtheil deſſelben Sauerſtoff ſey.

Das richtige Verhältniß in welchem dieſe beiden Beſtandtheile im Salpetergaſe mit einander verbunden ſind, iſt ſehr ſchwer auszumitteln. Lavoiſier hat ſich in einer früheren Periode ſeiner chemiſchen Arbeiten mit dieſem Gegenſtande beſchäftigt, und vermöge eines Verfahrens, welches eben nicht die größte Genauigkeit erwarten läßt, angegeben; daß im Salpetergaſe 68 Theile Sauerſtoff, gegen 32 Theile

*) Prieſtley und Davy an mehreren Orten. Bei der Einwirkung der beiden zuletzt genannten Subſtanzen auf das Salpetergas wird gleichfalls Ammonium gebildet.

Stickſtoff enthalten ſind. Allein dieſe Beſtimmung iſt mit den Verſuchen andrer Naturforſcher unvereinbar. Die Verhältniſſe, welche Davy gefunden hat, verdienen ungleich mehr Zutrauen, da ſein Verfahren eine größere Genauigkeit zuließ.

Letzterer ſchloß eine geringe Menge präparirter Kohle in eine beſtimmte Menge Salpetergas ein, das mit Queckſilber geſperrt war; und ließ vermittelſt eines Brennglaſes die verdichteten Sonnenſtrahlen auf die Kohle fallen. Das Gewicht der Kohle betrug nicht mehr als ein Viertheil Gran, und das Gas beſtand aus ſechzehn ſehr kleinen Maaßen. Nachdem der Proceß beendigt worden, war das Volumen des Gaſes um drei Viertheile eines Maaßes vermehrt worden. Alles Salpetergas war zerſetzt. Eine Lauge aus Kali abſorbirte raſch das Gas bis auf acht Maaß, welche reines Stickgas waren. Durch Verſuche hatte ſich Davy aber vorher überzeugt, daß die angegebene Menge des Salpetergaſes, deſſen er ſich bediente, mit 0,6 Maaß Stickgas verunreinigt war. Es wurden alſo 15,4 Maaß Salpetergas durch Zerſetzung vermittelſt Kohle in 16,15 Maaß, von denen 7,4 Stickſtoff und 8,75 Kohlenſäure waren, verwandelt. Es wiegen aber 15,4 Maaß Salpetergas 5,2 Gran, und 7,4 Maaß Stickgas 2,2 Gran. Hieraus folgt, daß 5,2 Gran Salpetergas, 2,2 Gran Stickſtoff enthalten: die rückſtändigen 3 Gran müſſen demnach Sauerſtoff ſeyn. Das Salpetergas enthält folglich dem Gewichte nach 2,2 Theile Stickſtoff gegen 3 Theile Sauerſtoff; oder in hundert Theilen; 57,7 Sauerſtoff, und 42,3 Stickſtoff.

Die in dieſem Verſuche erzeugte Kohlenſäure wog 4,1 Gran, und enthielt 1,15 Gran Kohle die mit 2,95 Gran Sau-

erſtoff, welche das Salpetergas hergegeben hatte, verbunden war. Daraus findet man, daß 5,2 Gran Salpetergas aus 2,95 Sauerſtoff, und 2,25 Stickſtoff beſtehen; oder daß 100 Theile: 57 Theile Sauerſtoff, und 43 Stickſtoff enthalten. Dieſe Beſtimmung weicht wenig von der im Vorhergehenden gegebenen ab; ſie ſcheint aber auch die richtigere zu ſeyn, und die Beſtandtheile des Salpetergaſes noch genauer, als die vorhergehende anzugeben *).

Die verhältnißmäßige Menge des Sauerſtoffs welche in den Zuſammenſetzungen des Stickſtoffs enthalten iſt, würde ſich nach den im vorhergehenden gelieferten Reſultaten folgendermaßen feſtſetzen laſſen.

Stickſtoff.	Sauerſtoff.	
100	58,7	Oxydirtes Stickgas.
100	132,5	Salpetergas.
100	239,9	Salpeterſäure.

Hieraus folgt, daß

Stickſtoff. Sauerſtoff.
1,00 + 0,587
= Oxyd. Stickgas
1,587 Sauerſtoff Salveter
1,587 + 0,738 = 2,325 Sauerſtoff Salpeterſäure
2,325 + 1,074 = 3,399

*) Davy Researches p. 129.

Dieſes ſind die Eigenſchaften derjenigen Oxyden, welche durch Verbindung der einfachen brennbaren und nicht brennbaren Stoffe mit dem Sauerſtoffe gebildet werden. Ungeachtet die Chemiſten ſie alle aus dem Grunde, weil ſie Sauerſtoff enthalten, in eine Klaſſe gebracht haben; ſo ähneln ſie dennoch einander in ihren Eigenſchaften nicht, und ſollten billig unter drei Ordnungen gebracht werden, von denen dann jede eine beſondere Klaſſe von Subſtanzen unter ſich begreifen würde. Die erſte würde diejenigen Oxyden enthalten, welche noch brennbar ſind, und welche man dem gemäß verbrennliche Oxyden nennen könnte. Die zweite Klaſſe würde aus denen Oxyden beſtehen, die durch Verbrennen gebildet worden ſind, und welche dem zufolge, unverbrennlich ſind. Dieſe könnte man Oxyden-Produkte nennen. Die dritte Klaſſe würde die Verbindungen des Sauerſtoffs mit brennbaren Körpern enthalten. Sie ſind weder verbrennlich, noch können ſie durch Verbrennen gebildet werden; ſie ſind aber alle fähig das Verbrennen zu unterhalten. Man könnte ſie Feuerträger-Oxyden (oxide supporters) nennen. Es iſt zugleich einleuchtend, daß der Sauerſtoff welcher den karakteriſtiſchen Beſtandtheil dieſer Oxyden ausmacht, ſich in denen, den verſchiedenen Klaſſen angehrenden Subſtanzen, in einem verſchiedenen Zuſtande befinde.

Eintheilung der Oxyden in drei Ordnungen.

1. Die brennbaren Oxyden begreifen nur diejenigen unter ſich, welche Kohle zur Grundlage haben; allein die Oxyden des Phosphors und Schwefels müſſen gleichfalls dieſer Klaſſe beigezählt werden.

2. Die Klaſſe der Oxyden-Produkte enthält nur eine Subſtanz, das Waſſer, deſſen Baſis der Waſſerſtoff iſt. Al-

lein manche der metalliſchen Oxyden ſchließen ſich an dieſe Klaſſe an.

3. Die Klaſſe der Feuerträger Oxyden begreift nur diejenigen Oxyden unter ſich, deren Baſis der Stickſtoff iſt; allein die oxydirte Salzſäure, und mehrere der metalliſchen Oxyden, müſſen ſtreng genommen, gleichfalls in dieſe Klaſſe geſetzt werden.

Ende des erſten Bandes.

Bei dem Verleger dieſes **Syſtems der Chemie** erſcheint auch das

Neue allgemeine Journal der Chemie

von

C. F. Bucholz, von Crell, Hermbſtädt, Klaproth, J. B. Richter, A. N. Scherer, J. B. Trommsdorff, A. F. Gehlen.

Dieſes Journal iſt bekanntlich die Fortſetzung des von A. N. Scherer einſt allein redigirten, von welchem überhaupt 5 Jahrgänge erſchienen ſind. Drei derſelben ſind im Breitkopf und Härtelſchen Verlage in Leipzig erſchienen; die zwei letzten bei dem Verleger des Neuen Journals. Von dieſem ſind bis zum gegenwärtigen Augenblicke 3 Bände oder 1½ Jahrgänge heraus; es wird ununterbrochen fortgeſetzt. Jetzt iſt dieſes das einzige Journal für die Chemie, welches in Deutſchland erſcheint, da der Hr. Bergrath v. Crell mit dem 40ſten Jahrgange ſeine Annalen geſchloſſen, und ſich mit dem Neuen Journale vereiniget hat. Berlin im Februar 1805.

Nachſtehende chemiſche Werke ſind in meinem Verlage theils bereits erſchienen, theils unter der Preſſe befindlich.

Erſchienen:

1) Fiſcher, W., chemiſche Grundſätze der Gewerbskunde, oder Handbuch der Chemie für Fabrikanten, Manufakturiſten, Künſtler und Handwerker, mit einer Vorrede von Hermbſtädt. Erſter Theil mit 4 K. 1802. geh. 8. 1 Thlr. 16 Gr.

Obgleich der Verfaſſer dieſes erſten Bandes geſtorben iſt: ſo wird das Werk dennoch fortgeſetzt werden. Den größern Theil des 2ten Bandes hat der Verfaſſer im Mſpt. hinterlaſſen, und ein anderer dem Publikum rühml. bekannter Chemiker wird die Fortſetzung und Vollendung des Ganzen übernehmen.

2) Gieſe, F. Dr., von den chemiſchen Proceſſen, den dabei ſich darbietenden Erſcheinungen, nebſt Darſtellung der ſie bewirkenden Mittel und Urſachen. 1804. 8. 1 Thlr.

3) Wolff, Fr., Annalen der chemiſchen Litteratur. Erſter Band (aus 3 Heften beſtehend). 2 Thlr. 12 Gr.

Unter der Preſſe befindlich:

1) eine Ueberſetzung des Essai de statique chimique par Berthollet. 2 Vol. Vom Herrn Prof. Fiſcher in Berlin.

2) eine Ueberſetzung der élémens de l'art de la teinture par Berthollet. 2 Vol. Von A. F. Gehlen (dem Redakteur des Neuen Journals der Chemie) mit Anmerk. von Hermbſtädt.

Dieſe beiden Werke werden in der Mitte des Jahres 1805 vollendet werden. Berlin im Februar 1805.

Heinrich Frölich.

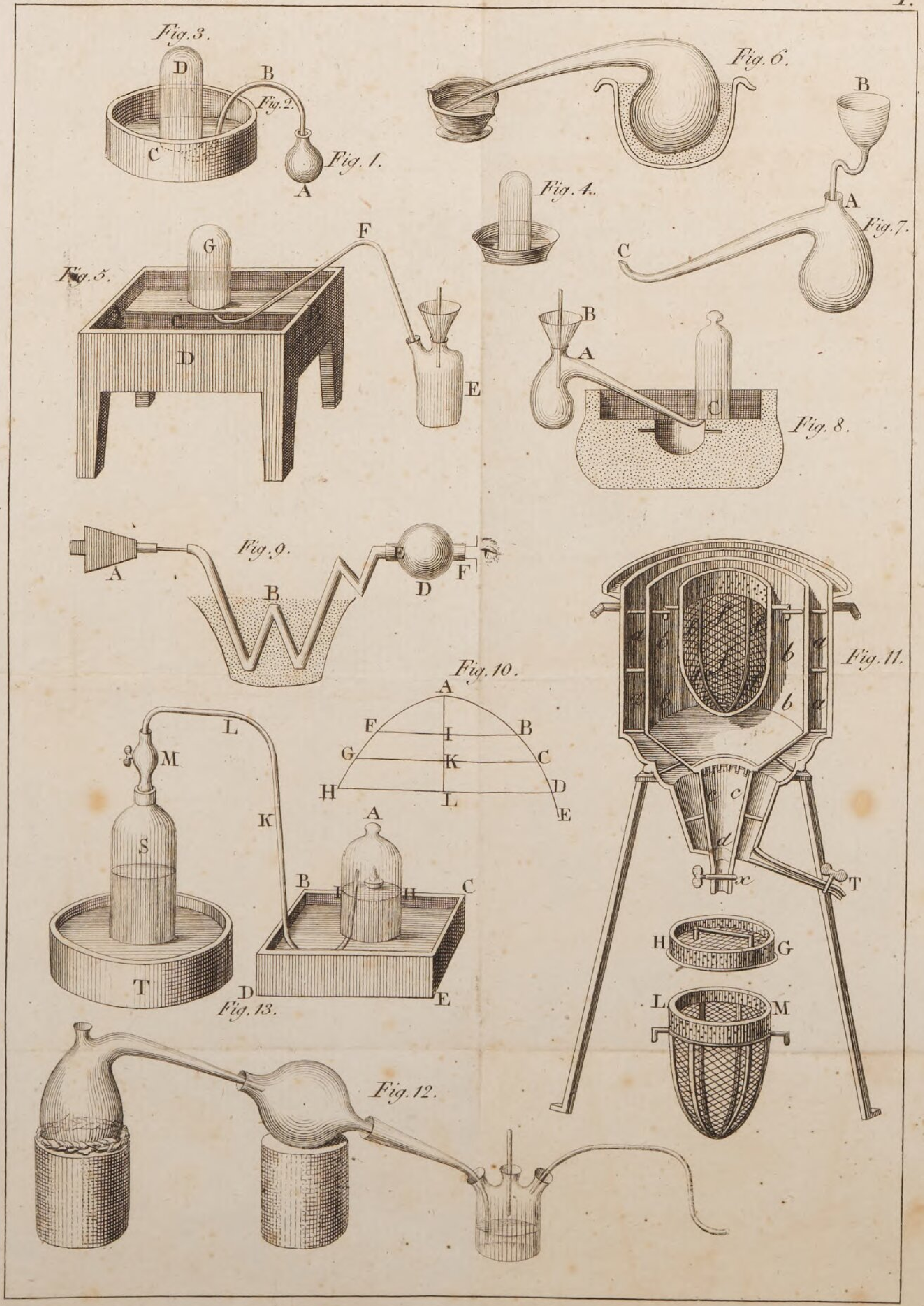


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Thomson, Thomas,

Thomas Thomson's M.D. Lehrers der Chemie zu Edinburgh System der Chemie in vier Bänden

Bd.: 1

Berlin (1805)

Chem. 300-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073992-5